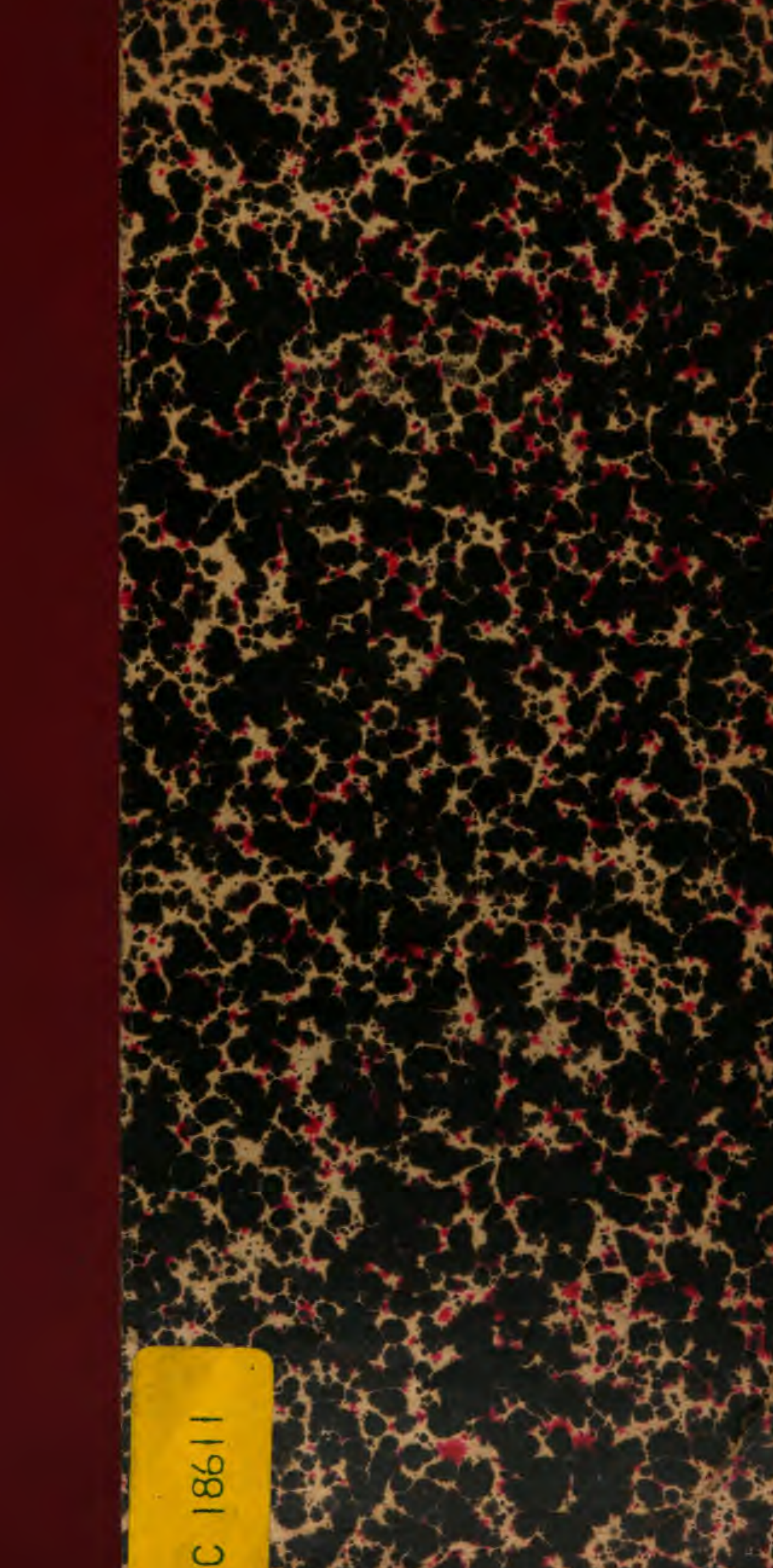
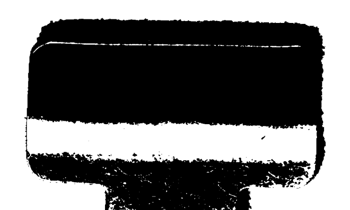

C 18611



CHIMIE
THÉORIQUE ET PRATIQUE

DES

INDUSTRIES DU SUCRE

PAR

Hippolyte LEPLAY

LA MÉLASSE

DANS

LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE DES SUCRES

DE BETTERAVES ET DE CANNES

COMPRENANT

L'ÉTUDE HISTORIQUE, CHIMIQUE ET INDUSTRIELLE

DE LA FORMATION ET DE LA COMPOSITION DES MÉLASSES

DANS CES INDUSTRIES

1re époque, depuis leur origine jusqu'en 1840;
2e époque, depuis 1840 jusqu'en 1850;
3e époque, depuis 1850 jusqu'en 1865;
4e époque, depuis 1865 jusqu'en 1873;
5e époque, depuis 1873 jusqu'en 1887.

ET

l'étude de l'influence des altérations du sucre dans la formation de la mélasse et des moyens de les prévenir et de les arrêter.

DEUXIÈME VOLUME

PARIS
IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE DE L. BAUDOIN ET Cie
30, Rue et Passage Dauphine, 30

1891



CHIMIE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES INDUSTRIES DU SUCRE.

LA MÉLASSE

DANS LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE DES SUCRES

DE BETTERAVES ET DE CANNES

PARIS. — IMPRIMERIE L. BAUDOIN ET Ce, 2, RUE CHRISTINE.

CHIMIE
THÉORIQUE ET PRATIQUE
DES
INDUSTRIES DU SUCRE

PAR

Hippolyte LEPLAY

LA MÉLASSE
DANS
LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE DES SUCRES
DE BETTERAVES ET DE CANNES
COMPRENANT
L'ÉTUDE HISTORIQUE, CHIMIQUE ET INDUSTRIELLE
DE LA FORMATION ET DE LA COMPOSITION DES MÉLASSES
DANS CES INDUSTRIES

1re époque, depuis leur origine jusqu'en 1840;
2e époque, depuis 1840 jusqu'en 1850;
3e époque, depuis 1850 jusqu'en 1865;
4e époque, depuis 1865 jusqu'en 1873;
5e époque, depuis 1873 jusqu'en 1887.

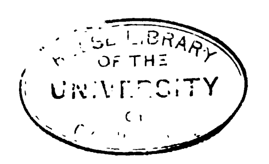
ET

l'étude de l'influence des altérations du sucre dans la formation de la mélasse et des moyens de les prévenir et de les arrêter.

DEUXIÈME VOLUME

PARIS
IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE DE L. BAUDOIN ET Ce
30, Rue et Passage Dauphine, 30

1890



Une opération chirurgicale malheureusement faite a enlevé Monsieur Hippolyte Leplay, en juillet dernier, au milieu de ses nombreux travaux.

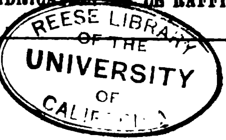
Les 2e, 3e, 4e, 5e et 6e volumes de la « Chimie théorique et pratique des industries du sucre » sont écrits et préparés de sa main. Travail de toute une vie, ces ouvrages devaient être modifiés, coordonnés et augmentés d'après les études de tous les jours et les expériences que ses nombreux rapports lui permettaient de réaliser.

Tout cela est anéanti. Nous en excepterons le 2e volume dont les épreuves ont été corrigées par M. Leplay lui-même, jusqu'au feuillet 289. Les chapitres 7, 8, 9, 10 et 11, ainsi que les tableaux nombreux du chapitre XII, qui devaient encore être

revus, ne sont pas partie de ce volume. Quoique incomplet, nous nous autorisons, pour le faire paraître, de l'avis de quelques amis compétents qui nous ont assuré que les documents et les renseignements qu'il contient peuvent intéresser tous ceux qui s'occupent de la science et des industries du sucre.

Vve Hte LEPLAY.

Paris, 20 mai 1890.



I.

INTRODUCTION AU DEUXIÈME VOLUME DE CHIMIE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES INDUSTRIES DU SUCRE.

On désigne sous le nom de mélasse, dans la fabrication du sucre de betteraves et de cannes, ainsi que dans le raffinage de ces sucres, le résidu liquide de la cristallisation du sucre.

La mélasse a pour caractère principal et distinctif que, étant amenée au degré ordinaire de cuite et placée en cet état dans des conditions reconnues les plus favorables a la cristallisation, elle ne laisse plus cristalliser de sucre, même pendant un séjour prolongé en cristallisoir.

Il arrive, dans la pratique industrielle, que l'on donne le nom de mélasse à des sirops qui pourraient encore fournir une certaine quantité de sucre par cristallisation; mais si le fabricant juge que cette quantité de sucre n'est pas suffisante pour couvrir les frais à faire pour son extraction, il élimine en dehors du travail, sous le nom de mélasse, un produit qui ne rentre pas tout à fait dans la définition donnée plus haut, c'est-à-dire un résidu qu. n'est pas complètement épuisé de sucre par cristallisation.

On peut donc distinguer la mélasse à deux points de vue différents : 1° au point de vue chimique : c'est le résidu épuisé par cristallisation de tout sucre cristallisable; 2° au point de vue commercial : c'est le résidu dont le fabricant n'a plus intérêt à retirer de sucre par cristallisation.

Dans ce travail, la mélasse sera considérée surtout au point de vue chimique.

La mélasse, ce *caput mortuum* du travail des sucres, a fait le sujet de nombreuses recherches chimiques; elle

est encore en ce moment, 1887, la préoccupation dominante des chimistes, des fabricants et des raffineurs, et, jusqu'à présent, elle est restée dans les procédés de fabrication et de raffinage généralement employés comme un témoin irrécusable de leur impuissance. Elle est, pour les industries du sucre, la cause principale de toutes les difficultés dans la fabrication, de toutes les infériorités dans les procédés, de toutes les imperfections dans les produits fabriqués. Elle doit être le point de mire de toutes les études qui ont pour but la réalisation de nouveaux progrès dans ces industries; c'est dans la mélasse que l'analyse chimique doit rechercher les altérations produites, les fautes commises dans le travail manufacturier, les vices inhérents aux procédés employés et leur valeur relative.

L'analyse chimique, aidée de tous les moyens d'investigation qu'elle possède, appliquée à la mélasse, peut servir de point de départ et de guide pour déterminer les causes principales de la formation de la mélasse, les altérations qui peuvent en augmenter la quantité, les influences qui peuvent la réduire, et peut-être conduire à découvrir les procédés qui peuvent la faire disparaître.

C'est le problème ainsi posé que je me propose d'étudier dans ce travail.

Dans cet examen, je mettrai à profit tous les travaux qui ont été publiés en indiquant scrupuleusement le nom de leurs auteurs. Je ferai connaître les études successives que j'ai été à même de faire sur ces questions depuis de longues années, dont les résultats sont restés jusqu'à présent en grande partie inédits; je puiserai dans les nombres obtenus de nombreuses analyses des matières sucrées en cours de travail et particulièrement de la mélasse provenant de différents pays (France, Belgique, Hollande, Allemagne) exécutées sous ma direction dans le laboratoire de Dubrunfaut de 1873 à 1880; j'y puiserai, dis-je, comme dans un vaste réservoir de connaissances acquises tous les nombres qui pourront servir à éclairer les questions de la formation de la mélasse; j'y

ajouterai les études semblables que j'ai continuées depuis la mort de mon maître Dubrunfaut (1881) jusqu'à ce jour.

Je m'appuierai, dans cette étude, non seulement sur les résultats obtenus dans le laboratoire du chimiste, mais aussi sur les observations recueillies et les résultats obtenus dans l'atelier du fabricant et du raffineur.

« Si les questions de fabrique, écrivait Mathieu de « Dombasle en 1839, peuvent s'éclairer de recherches « analytiques, il est certain aussi que, dans ces dernières, « on ne doit par négliger les résultats obtenus dans les « travaux des ateliers » (1).

Examinées à ces deux points de vue, ces questions pourront s'éclairer en puisant des lumières à ces deux sources.

H. Leplay.

(1) Mathieu de Dombasle, *Instructions sur la fabrication du sucre de betteraves, par le procédé de la macération.* — Brochure, p. 55, année 1839.

II.

EXPOSÉ DE LA RELATION DU DEUXIÈME VOLUME DE CHIMIE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES INDUSTRIES DU SUCRE AU PREMIER VOLUME PARU EN 1883.

J'ai fait connaître au début de cet ouvrage qu'il se composerait de plusieurs volumes traitant des sujets différents, mais se rattachant à l'ouvrage général publié sous le titre : *Chimie théorique et pratique des industries du sucre.*

Il est utile de bien établir, dès le commencement de ce deuxième volume, la relation qu'il présente avec le premier volume déjà paru.

Le premier volume est exclusivement consacré à l'étude des différents moyens d'analyse des matières sucrées, et, après avoir fait connaître ces différents procédés pris isolément, j'ai renfermé sous le titre : *Nouveau procédé d'analyse chimique industrielle*, un ensemble de procédés d'analyse dont la plupart étaient connus, mais dont la réunion formait un ensemble qui, appliqué dans tous ses détails à l'analyse d'une même matière sucrée, pouvait constituer une nouveauté en 1883, époque où a paru ce premier volume.

On a critiqué (Allemagne) le mot *nouveau* et l'on n'a pas compris le procédé. Je ne tiens pas au mot, mais je tiens beaucoup au procédé, et je trouve utile d'établir comment l'analyse ainsi comprise, appliquée dans son ensemble, pouvait être considérée comme nouvelle.

Il est bien vrai que l'analyse chimique industrielle se compose de procédés d'analyse connus, mais au lieu de faire un choix entre ces divers procédés, ils ont tous été réunis et appliqués isolément sur la même matière sucrée à analyser.

Ainsi, pour le sucre cristallisable, il y a deux procédés de dosage, l'un par rotation directe, l'autre par le pouvoir réducteur qu'il acquiert après son inversion par les acides. Certains chimistes ont donné la préférence au premier ; d'autres chimistes ont choisi le second.

Contrairement à cette manière de procéder, j'ai recommandé et employé les deux méthodes. J'en aurais employé une troisième et une quatrième si ces méthodes avaient offert, pratiquées sur le sucre pur, la même constance dans les résultats, espérant ainsi, en comparant les résultats obtenus par ces deux méthodes, pénétrer plus profondément dans la composition intime des matières sucrées et surprendre des produits et des faits jusqu'à présent inaperçus.

Il en est de même pour les matières autres que le sucre, le non-sucre. La plupart des chimistes se contentent de la détermination du *quotient de pureté apparent*, d'autres vont un peu plus loin et déterminent le *quotient de pureté réel*, tandis que l'analyse chimique industrielle réunit tous les moyens d'analyse de nature à faire connaître les différents principes ainsi désignés sous le nom général de *non-sucre*. Exemple : la détermination du coefficient salin, des différentes bases en combinaison avec des acides organiques et inorganiques, etc., etc.

C'est cet ensemble de moyens d'analyse réunis en faisceau, devant être appliqué dans tous ses détails, désigné sous le nom de Procédé nouveau d'analyse chimique industrielle des matières sucrées, qui fait le sujet principal du premier volume de cet ouvrage.

Le deuxième volume comprend l'application de ce procédé à tous les produits sucrés en cours de travail dans la fabrication et le raffinage des sucres de betteraves et de cannes, et particulièrement de la mélasse, dans le but de reconnaître et de bien déterminer les influences qui contribuent le plus puissamment à la formation de la mélasse.

La relation qui existe entre le premier et le deuxième volume de cet ouvrage les rend donc inséparables ; le

deuxième n'est que la conséquence du premier; aussi je me trouverai fréquemment obligé de renvoyer au premier pour prendre connaissance des moyens d'analyses dont les résultats seront développés dans ce deuxième volume.

Les résultats fournis par l'application de l'analyse chimique industrielle permettent de diviser les principes constituants de la mélasse et des produits sucrés en deux classes bien distinctes : 1° le sucre cristallisable et ses dérivés; 2° toutes les matières qui ne sont pas du sucre, désignées ordinairement sous le nom de matières étrangères par les chimistes allemands, *neichtzucker*, que l'on peut traduire par *non-sucre.*

L'extension qu'ont prise ces analyses, commencées dans le laboratoire Dubrunfaut dès 1840, poursuivies constamment depuis cette époque jusqu'en 1887, ne me permet pas de renfermer dans ce deuxième volume tous les résultats fournis par ces analyses et les conséquences qui s'en déduisent.

Ce deuxième volume est consacré à l'étude de la mélasse prise dans sa généralité; à l'étude des influences sous lesquelles se produisent des altérations du sucre cristallisable dans sa production, révélées par l'analyse chimique industrielle, et des moyens de les prévenir ou de les arrêter.

Le volume suivant, c'est-à-dire le troisième volume de la Chimie théorique et pratique des industries du sucre sera consacré à l'étude des matières étrangères du *non-sucre* et de leur influence dans la formation de la mélasse et des moyens de l'amoindrir.

Le troisième volume sera donc le complément indispensable du second et le suivra de très près dans sa publication.

III.

DIVISION DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE DEUXIÈME VOLUME DE CHIMIE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES INDUSTRIES DU SUCRE.

Ce deuxième volume est partagé en deux divisions :

La première division comprend l'étude historique, chimique et industrielle de la mélasse; elle se subdivise en quatre époques formant cinq chapitres.

La première époque, chapitre I, comprend l'étude historique des travaux chimiques et l'opinion des chimistes et des fabricants sur la formation de la mélasse dans le travail des sucres jusqu'au moment où les procédés d'analyse perfectionnée permirent de déterminer sa composition réelle et la nature chimique des sucres qu'elle contient.

La deuxième époque, chapitre II, comprend l'étude historique, chimique et industrielle de la mélasse produite par l'application des procédés employés dans la fabrication du sucre de betteraves, caractérisés par la défécation à la chaux et l'emploi du noir animal en grain, époque comprise entre les années 1840 et 1850.

La troisième époque, chapitre III, comprend l'étude historique, chimique et industrielle des sirops et mélasses produits par les procédés employés dans la fabrication du sucre de betteraves, caractérisés par l'emploi de la chaux à la défécation à plus haute dose et par la saturation de l'excès de chaux par l'acide carbonique. Procédé Rousseau, époque comprise entre les années 1850 à 1865.

La quatrième époque contient deux chapitres :

Le chapitre IV, ayant pour titre : « Étude chimique et industrielle des sirops et mélasses produits par les procédés de la défécation trouble et de la double carbonatation ». (Perier et Possoz, de 1865 à 1873.)

Le chapitre v traite des moyens de faciliter l'évaporation et la cuite, de prévenir et d'empêcher la fermentation dans la fabrication du sucre de bettèraves.

La deuxième division traite de l'application des résultats de l'analyse chimique industrielle telle qu'elle se trouve développée dans notre premier volume de chimie théorique et pratique des industries du sucre à l'étude de la production de la mélasse dans la fabrication et le raffinage des sucres, dans les années **1873** à **1887**, et constitue la cinquième époque.

Cette deuxième division est elle-même sous-divisée en deux parties. La première partie traite des altérations du sucre cristallisable pendant les opérations de la fabrication et du raffinage des sucres de betteraves et de cannes, des influences sous lesquelles elles se produisent et des moyens de les prévenir ou de les empêcher.

La deuxième partie, traitant de l'influence des matières étrangères au sucre dans la formation de la mélasse et des moyens de l'amoindrir et de la faire disparaître, fera partie du troisième volume de la Chimie théorique et pratique des industries du sucre.

La première partie de la deuxième division de ce volume, traitant de l'influence des altérations du sucre dans la formation de la mélasse, déterminées par l'analyse chimique industrielle (1) des matières sucrées en cours de travail, pendant la cinquième époque (1873 à 1887) et des moyens de les prévenir et de les arrêter, contient sept chapitres ayant pour titre :

Le chapitre vi : « Étude sur la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose dans la fabrication et le raffinage du sucre de betteraves et de cannes ».

Le chapitre vii : « Étude sur la transformation du sucre cristallisable en sucre optiquement neutre et en dérivés

(1) Voir, pour l'analyse chimique industrielle, le premier volume de cet ouvrage.

de ce sucre dans la fabrication et le raffinage des sucres de betteraves et de cannes » (1).

Le chapitre VIII : « Étude sur le pouvoir mélassigène du glucose et du sucre optiquement neutre ».

Le chapitre IX : « Expériences de laboratoire sur le sucre pur, donnant la justification théorique et pratique de la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose, ainsi que sa transformation en sucre optiquement neutre ».

Le chapitre X : « Résumé et conclusions. Moyens pratiques de prévenir et d'arrêter la transformation du sucre cristallisable en glucose, dérivés du glucose et sucre optiquement neutre dans les industries du sucre ».

Le chapitre XI : « Étude des différentes altérations qu'éprouvent les matières sucrées en cours de travail dans la fabrication et le raffinage des sucres sous l'influence des ferments et autres influences, et des moyens de les éviter ».

Le chapitre XII contiendra l'analyse chimique industrielle de la mélasse et des matières sucrées en cours de travail dans la fabrication et le raffinage des sucres de betteraves et de cannes, telle qu'elle se trouve développée dans le premier volume de Chimie théorique et pratique des industries du sucre, produites depuis les années 1873 à 1887.

(1) La fin du chapitre VI, ainsi que les chapitres VII à XII, n'ayant pas été achevés par l'auteur, n'ont pu être compris dans ce volume.

LA MÉLASSE DANS LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE DES SUCRES.

PREMIÈRE DIVISION

ÉTUDE HISTORIQUE, CHIMIQUE ET INDUSTRIELLE DE LA MÉLASSE DANS LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE DES SUCRES DE BETTERAVES ET DE CANNES.

1re ÉPOQUE

DEPUIS L'ORIGINE DE LA FABRICATION DU SUCRE JUSQU'EN 1840.

CHAPITRE PREMIER.

Étude historique des travaux chimiques et de l'opinion des chimistes et des fabricants sur la formation de la mélasse dans le travail des sucres, jusqu'au moment où les procédés d'analyse perfectionnés permirent de déterminer sa composition réelle et la nature des sucres qu'elle contient (1). — 1840.

La mélasse n'étant que le résidu incristallisable de la fabrication du sucre, son origine doit être aussi ancienne que le sucre, et par conséquent comme celle du sucre ne peut être déterminée avec certitude. Elle a été, suivant les époques et sans doute selon ses qualités et ses usages, désignée sous différents noms.

En 1764, Duhamel du Monceau, dans son traité : l'*Art de raffiner le sucre*, désigne « la partie grasse et vis- « queuse qui a le moins de disposition à *cristalliser*, sous « le nom de « gros sirop » (2).

On lit dans l'*Encyclopédie*, édition de 1771 : « Toutes

(1) Voir le premier volume de cet ouvrage, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, chap. Ier, § 3. — Année 1883.

(2) Duhamel du Monceau, *Art de raffiner le sucre*, p. 73, année 1764.

« les opérations que l'on fait dans la préparation du « sucre et dans l'art de le raffiner, tendent à débarrasser « et purger ce sel essentiel d'un suc mielleux qui lui ôte « la blancheur, la solidité, la finesse et le brillant de son « grain qu'on lui procure en le brassant à droite et à « gauche avec une palette ».

« La liqueur mielleuse qui découle des moules ne peut « s'épaissir que jusqu'à consistance de miel ; c'est pour- « quoi on l'appelle *miel de sucre*, *remel* et plus commu- « nément mélasse ou doucette » (1).

On lit dans les *Éléments de pharmacie théorique et pratique* de Baumé, 1784 : « La partie épaisse qui est « sortie des moules (formes à sucre) ne peut pas acquérir « plus de consistance que le miel, on la nomme *sirop de* « *sucre*, miel de sucre, doucette, et le commun du peu- « ple, merde du prince d'Orange et merde à Marie Grail- « lon » (2).

Ces différentes appellations pour désigner un produit provenant exclusivement de la fabrication et du raffinage du sucre de cannes, qui aujourd'hui est passé dans la consommation alimentaire en si grande quantité, montrent le peu de cas que l'on en faisait alors.

« Le premier sirop qui s'écoule des vergeoises, dit Duhamel dans son *Traité du raffinage du sucre* (3), « n'est « bon qu'à faire de l'eau-de-vie ou du tafia; les Français « l'envoient en Hollande parce qu'il est défendu de faire « de ces eaux-de-vie en France, parce que, dit-on, elles « sont corrosives et contraires à la santé ; ce qui ne vient « peut-être que de ce qu'elles sont mal distillées. »

« On fait usage de cette mélasse, dit Baumé, pour la « nourriture des bestiaux ; quelques personnes s'en ser- « vent pour préparer leurs sirops » (4).

(1) *Encyclopédie*, tome VII, p. 264, année 1779.

(2) Baumé, *Éléments de Pharmacie théorique et pratique*, p. 464, année 1784.

(3) Duhamel, *Traité du raffinage du sucre*. — *Encyclopédie*, par De Félix, tome XXXIX, p. 478, année 1775.

(4) Baumé, *Éléments de pharmacie théorique et pratique*, p. 464, année 1784.

On voit par ces deux citations que le liquide écoulé du sucre cristallisé était alors considéré comme ne pouvant pas acquérir plus de consistance que le miel, et par conséquent était incristallisable.

En 1777, Guyton-Morveau et Schaw en découvrant que la substance désignée alors dans les végétaux sous le nom de muqueuse est la seule matière susceptible de donner la fermentation vineuse, confirmaient la présence d'un sucre incristallisable dans la canne (1).

En 1778, Cazeaux, dans son essai sur l'*Art de cultiver la canne et d'en extraire le sucre*, estime que le sucre et la mélasse se trouvent en proportions égales dans le vesou. « Ne serait-ce point, écrit-il, la disproportion entre le « sucre et la mélasse qui serait la principale différence « entre les bonnes cannes et les mauvaises par rapport « au sucre » (2).

En 1790, Dutrône annonce dans son *Précis sur la canne à sucre et sur les moyens d'en extraire le sel essentiel*, « que, dans la canne d'Amérique, le suc muqueux de- « vient pendant la végétation, muqueux sucré, ensuite « sel essentiel propre à cristalliser et que dans le sucre « exprimé des nœuds de cannes bien mûres, il existe « deux sortes de sucre. Il donne à la mélasse la compo- « sition suivante :

« La mélasse-vesou est formée de suc savonneux ex- « tractif, de suc muqueux doux-sucré; d'une portion « de sel essentiel (sucre) décomposé par le concours de « la chaleur et des alcalis et d'une portion de ce sel « (sucre) embarrassé dans toutes ces matières » (3).

... Proust reconnaît l'existence dans la canne à sucre de Malaga, du sucre et du mucoso-sucré (4).

(1) Parmentier, *Notice historique et chronologique de la matière sucrante*, année 1812.

(2) Cazeaux, *Art de cultiver la canne et d'en extraire le sucre*, p. 398, année 1781.

(3) Dutrône, *Précis sur la canne et sur les moyens d'en extraire le sel essentiel*, 2e édition, p. 198, année 1791.

(4) Parmentier, *Notice historique et chronologique de la matière sucrante*, p. 222, année 1812.

... Dayeux désigne le mucoso-sucré sous le nom de sucre liquide (1).

Le sucre est dans la canne sous deux états, écrit Prozet, et tout le travail du sucrier consiste à séparer le sucre concret du sucre liquide (2).

On admettait donc à cette époque qu'il existait dans la canne deux sortes de sucre, le sucre cristallisable et le sucre liquide qui se retrouvait dans la mélasse; mais déjà se posait la question de savoir si réellement le sucre liquide préexistait bien dans la canne, ou si, au contraire, il n'était pas le résultat d'altérations du sucre cristallisable produites pendant la fabrication.

En 1789, H. Struve, le continuateur du *Dictionnaire de chimie* de Macquer, écrivait : (3) « Il se présente dans « la fabrication du sucre plusieurs questions importantes « du ressort de la chimie, dont nous nous occuperons en « suivant à cet égard ce que M. Morveau nous a fourni à « ce sujet ».

« Le vesou ou le vin de canne, ou le suc exprimé de « canne, ainsi que la cassonade redissoute, laisse toujours « à la cristallisation une partie plus ou moins considéra- « ble de sirop, espèce d'eau mère qui reste sous forme « fluide ; est-ce un produit de la séparation d'une matière « étrangère au sucre ; ou bien est-ce du sucre même, « altéré et devenu incristallisable dans l'opération ? Voilà « sans doute une question fort importante, mais sur la- « quelle je ne pense pas que l'on puisse hésiter : la der- « nière opinion est démontrée par la variété des produits « d'un même vesou, suivant que l'opération a été bien « ou mal conduite, et par le déchet constant de la ma- « tière concrète à chaque cuite, à chaque cristallisation, « soit qu'on opère sur le sucre récent exprimé, soit qu'on

(1) Parmentier, *Notice historique et chronologique de la matière sucrante*, p. 222, année 1812.

(2) Parmentier, *Notice historiqac et chronologique de la matière sucrante*, p. 222, année 1812.

(3) H. Struve, *Dictionnaire de Chimie de Macquer*, supplément, tome V, p. 223, année 1789.

« prenne le sucre déjà concret. Je sais bien que dans la « cristallisation des sels les plus fixes, les moins sujets à « se décomposer, il reste toujours un peu de sel dans ce « peu de liqueur qui s'en sépare, mais on parvient à l'en « retirer par une nouvelle opération, et puisque cela « n'arrive pas dans le cas particulier, c'est qu'il s'est « formé une eau mère aux dépens d'une portion de sel « et qui peut en retenir encore une portion en dissolu-« tion...

« M. de Morveau, montre par des expériences déci-« sives que le vesou, avant toute action du feu, ne recèle « point de ce sirop ou de ce sel incristallisable, et que « c'est le feu ou la chaleur qui forme, lors de la cuite du « vesou, le sirop qui se trouve mêlé à la cassonade. Il « montre que ce mélange constitue presque toute la dif-« férence du vin de cannes (jus) avec la dissolution de « cassonade et qu'ainsi, pour procurer la séparation du « sucre en état concret, la seule condition était l'évapo-« ration du fluide aqueux surabondant d'une *manière « incapable de l'altérer et avant sa fermentation* ».

Dès la même année 1789, cette opinion s'affirmait dans un ouvrage spécial ayant pour titre : *Traité sur le sucre*, dans les termes suivants : « Le but de toutes les opéra-« tions dans la fabrication est de séparer du sucre une « grande quantité de matières étrangères ; mais il est « très important de n'y employer que le *degré de feu « nécessaire*, car il paraît, par les observations de plu-« sieurs chimistes modernes, *qu'une chaleur trop forte « est capable de décomposer une partie considérable « de sucre et de réduire en mélasse qui ne peut plus « cristalliser ; c'est donc le feu qu'on fait sous la der-« nière chaudière qui décide du fort de l'opération* » (1).

J'ai reproduit textuellement la citation du Dictionnaire de Macquer, malgré son étendue, parce qu'elle fait voir que, dès l'année 1789, il existait deux opinions contradictoires sur la présence du sucre incristallisable dans la

(1) Le Breton, *Traité sur le sucre*, p. 94, année 1789.

mélasse, l'une prétendant que ce sucre préexiste dans la canne, l'autre, qu'il est le résultat de la chaleur et de la fermentation sur le sucre cristallisable.

Dans la suite on verra ces deux opinions se développer, se heurter, se combattre et provoquer de nombreuses recherches qui ont contribué puissamment à doter le travail des sucres de perfectionnements importants.

Une autre plante sucrée, la betterave, allait entrer en concurrence avec la canne dans la production du sucre et apporter des observations nouvelles dans la question de la mélasse.

En 1605, Olivier de Serres, jardinier d'Henri IV, signalait la présence du sucre dans la betterave.

En 1747, Margraff, chimiste de Berlin, découvrit que le sucre contenu dans la betterave était du sucre cristallisable; voici en quels termes il rend compte de sa découverte : « Elles contiennent une matière appro- « chante du sucre, mais même un sucre véritable, par- « fait, ayant une entière ressemblance avec celui de « cannes » (1).

En 1797, Achard, autre chimiste de Berlin, fécondait la découverte de Margraff en la mettant en pratique; il annonça qu'il pouvait extraire de la betterave un sucre égal en qualité à celui retiré de la canne, et que le sucre moscouade (brut) qu'il fabriquait lui revenait à 25 centimes la livre (2); dès lors l'industrie du sucre de betteraves était fondée.

Achard comprit, dès le début de ses travaux, l'importance que devait prendre la fabrication du sucre de betteraves; il publiait quelques années plus tard un ouvrage sous le titre : *Traité complet sur le sucre européen de*

(1) Margraff, *Mémoires de l'Académie de Berlin*, année 1747. — *Opuscules chimiques*, traduction française de 1862.

(2) La livre de Silésie dont il est question ici est de 391 grammes.

betteraves, dans lequel il décrit minutieusement ses procédés de fabrication.

Cet ouvrage fut traduit en français en 1812 (1), par d'Angar et Derosnes.

Achard, admet dans la betterave la présence du sucre incristallisable. « Le suc de betteraves en sortant de la « presse contient outre le sucre cristallisable du sucre « liquide, visqueux (mélasse) » (2).

Le sucre cristallisé se trouve mêlé avec le sucre visqueux, ou mélasse, ou avec la matière muqueuse de la betterave (3).

1811. — D'après Deyeux et Barruel, « il existe dans la « betterave un véritable sucre qu'il faut bien distinguer « de la matière sucrante ou comme les chimistes l'appel« lent du mucoso-sucré » (4).

1815. — Cadet et Boudet écrivent : « Le problème à « résoudre dans le raffinage du sucre consiste à séparer « le sucre cristallisable de celui qui ne l'est pas, et d'une « matière empyreumatique provenant d'une portion de « sucre décomposée par le feu dans les premiers travaux « sur le vesou » (5).

1824. — Dubrunfaut, dans son *Traité de l'art de fabriquer le sucre de betteraves*, admet l'existence du sucre incristallisable dans la betterave (6).

1829. — Clemandot écrivait à l'occasion des mélasses de fabrication de sucre de betteraves : « Les mélasses sont « formées de tout le sucre liquide qui existe naturelle« ment dans les betteraves, de celui qui se forme dans le

(1) Achard, *Traité complet sur le sucre européen*, traduit par d'Angar, avec notes et observations de Ch. Derosnes.

(2) Achard, *Traité complet du sucre européen de betteraves*, traduction par Angar et C. Derosnes, p. 47, année 1812.

(3) Achard, *Traité complet du sucre européen de betteraves*, traduction par d'Angar et C. Derosnes, p. 70, année 1812.

(4) Deyeux et Barruel, *Bulletin de pharmacie*, tome III, p. 116, année 1811.

(5) Cadet et Boudet, *Journal de pharmacie*, tome Ier, p. 354, année 1815.

(6) Dubrunfaut, *Art de fabriquer le sucre de betteraves*, p. 549, année 1824.

« courant des opérations par suite de l'altération du « sucre cristallisable de matières colorantes brunes et vis- « queuses et de différents sels » (1).

La mélasse, suivant Clemandot, c'est-à-dire le produit liquide ayant fourni la dernière cristallisation de sucre, ne contenait donc pas de sucre cristallisable.

Cependant il était difficile d'admettre qu'un produit liquide contenant de l'eau, surnageant des cristaux de sucre formés au sein de ce même liquide, ne renfermait plus de sucre cristallisable ; il était au contraire rationel de supposer que la mélasse devait contenir du sucre cristallisable et une quantité suffisante pour saturer l'eau existant dans la mélasse pour la température à laquelle avait eu lieu la dernière cristallisation.

Cette hypothèse proposée et admise par Dubrunfaut dès l'année 1830, lui servit de base pour déterminer comparativement la valeur relative des différents sirops de raffinerie en cours de travail, au point de vue de leur richesse en sucre et en mélasse.

« La matière étrangère au sucre cristallisable pur est « essentiellement un mélange. dit Dubrunfaut, de matière « mucilagineuse de sucre liquide et sans doute aussi de « traces de sels à base de potasse et de chaux » (2).

« Dubrunfaut donne à la mélasse la composition sui- « vante :

« Eau	19,82
« Sucre cristallisable	39,66
« Mucilage et sucre liquide	40,52 » (2).

Dubrunfaut perfectionnant ses moyens d'analyse arrive une année plus tard à donner à la mélasse de cannes et à la mélasse de betteraves la composition suivante :

(1) Clemandot, *Essai de chimie et observations pratiques sur la fabrication du sucre de betteraves*, broch., année 1829.

(2) Voir pour le procédé d'analyse le tome Ier de cet ouvrage, chap. 11, § 8, année 1883.

(3) *Agriculteur-manufacturier*, tome Ier, p. 76, année 1830.

	Mélasse de cannes.	Mélasse de betteraves.
« Eau	20	20
« Sucre cristallisable............	40	40
« Sucre incristallisable..........	35	10
« Sels végétaux acétates ulmales.	4	16
« Mucilage végétal............		
« Matière animale.............		
« Sulfates....................	1	14
« Hydrochlorates..............		
« Acide ulmique...............		
	100	100 (1)

Les travaux de Dubrunfaut, publiés à cette époque dans l'*Agriculteur manufacturier*, ont été longuement analysés dans le premier volume de cet ouvrage. Il suffira de rappeler ici les découvertes qu'ils renferment.

Ils contiennent la découverte de ce que les chimistes allemands ont désigné plus tard sous le nom de Nichtzucker, que les Français ont traduit encore plus tard sous le nom de *non-sucre*, et que Dubrunfaut désignait alors sous le nom de matières étrangères au sucre cristallisable.

Ils contiennent les principes parfaitement établis sur lesquels est basée la méthode d'examen, répandue et désignée beaucoup plus tard, par les chimistes allemands, sous les noms de *Saccharomètre Balling*, *Saccharomètre Brix*, et de *quotient de pureté*.

Ils renferment le point de départ d'un art nouveau que Dubrunfaut a puissamment développé dans la suite, la *Mélassimétrie*.

Enfin, ils contiennent encore le point de départ d'une industrie nouvelle, la fabrication des salins de mélasse que Dubrunfaut a réalisée le premier, quelques années plus tard...

Je ne poursuivrai pas pour le moment le développement de ces premières données, devenues depuis des branches importantes de l'ensemble des connaissances

(1) Dubrunfaut, *Agriculteur-manufacturier*, tome III, p. année 1831. — H. Leplay, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, tome Ier, chap. 1 et 2, année 1883.

chimiques appliquées au travail des sucres, créées et fécondées par le génie de Dubrunfaut; mais elles deviendront dans le travail que j'entreprends le sujet de nouveaux chapitres, je dirai même, pour être traitées avec tous les développements que comporte leur importance, le sujet d'autant de livres spéciaux qui rentrent tout à fait dans le cadre d'études que j'ai entreprises et que je réaliserai, si le temps me le permet. Pour le moment, il ne faut pas perdre de vue que ce travail est destiné spécialement à l'étude du sucre dans la mélasse et des altérations qu'il peut éprouver dans les opérations de la fabrication et du raffinage des sucres.

D'après les analyses ci-dessus, il existait dans la mélasse de cannes, comme dans la mélasse de betteraves, du sucre cristallisable et du sucre incristallisable; mais l'existence du sucre cristallisable n'était basée que sur une hypothèse très vraisemblable, il est vrai, mais à laquelle il manquait la démonstration expérimentale.

A peu près à la même époque (1831), Pelouze présentait un mémoire à l'Académie des sciences ayant pour titre : *Expériences chimiques sur la betterave*, dans lequel il établissait « qu'il n'y a pas de sucre de raisin « dans la betterave, comme sa réaction toujours acide « pourrait le donner à penser » (1).

« Il n'est pas douteux, ajoute Pelouze, que la canne « non altérée ne présente le même résultat que celui « que j'ai obtenu avec la betterave, et il est certain, « au moins pour moi, que le *sucre incristallisable est « toujours produit pendant l'altération de cette racine « à l'air et surtout pendant le travail très long auquel « on la soumet.*

« La connaissance des résultats que j'annonce ne peut « qu'intéresser le fabricant de sucre, elle lui laisse entre- « voir d'immenses perfectionnements que la chimie ne « manquera pas de réaliser » (2).

(1) Pelouze, *Annales de Chimie et de Physique.*
(2) *Agriculteur-manufacturier*, tome III, mai 1832, p. 294.

1832. — Payen, dans un très long article sur la fabrication du sucre, inséré dans le *Dictionnaire technologique*, écrit : « Chauffés avec ou sans le contact de l'air « atmosphérique, les sirops s'altèrent d'autant plus que « la température est plus élevée, que la durée du chauffage est plus longue, et que déjà une plus grande « quantité de sucre incristallisable est formée. Ce dernier, ainsi que nous l'avons fait observer, paraît même « résulter toujours de l'altération du premier, du moins « dans les cannes, les betteraves, etc. » (1).

1834. — Avequin publie un mémoire sur l'analyse de deux variétés de cannes à sucre originaires de Saint-Domingue et cultivées en Louisiane, dans lesquelles il constate dans 1000 parties de cannes :

	Otaïti.	A rubans.	
« La présence de sucre cristallisable...	101,20	98 10	
« — — incristallisable.	11,60	35,42	(2)

1835. — Bouchardat écrit : « J'ai examiné comparati- « vement un très grand nombre de mélasses du com- « merce, et comme on peut s'y attendre, d'après une « foule de circonstances variables de leur préparation, « j'ai trouvé également leur nature aussi très variable; « elles consistent le plus ordinairement dans un mélange « de tous les sucres, en lesquels on peut convertir le « sucre de cannes : 1° sucre de cannes non altéré, dis- « sous à la faveur des sirops incristallisables ; 2° premier « sirop incristallisable qui peut se convertir par l'action « des acides en sucre de raisin ; 3° sirop noir incristalli- « sable résultant de l'altération du sucre de raisin ; 4° il « doit se trouver, en outre, souvent du sucre de raisin, « résultant de l'action des acides libres de la canne ou « de la betterave sur le sucre de canne.

« Le sucre de canne, mélangé au sucre de raisin, s'est « transformé en sucre de raisin (3). »

(1) Payen, *Dictionnaire technologique*, tome XX, article *Sucre*, 1832.

(2) Avequin, *Nouveau manuel complet du fabricant et du raffineur de sucre*, de 1841.

(3) Bouchardat, *Journal de Pharmacie*, tome XXI, p, 627, année 1835.

Quelques années plus tard, en 1839, M. Eugène Péligot, dans un travail présenté à l'Académie des sciences, sur l'analyse de la betterave, confirmait le fait annoncé par Pelouze de l'absence de tout sucre incristallisable dans la betterave (1).

Ces faits, bien constatés, avaient une grande importance ; ils devaient appeler l'attention sur la nature de la mélasse produite dans ces industries et donner une vraisemblance de plus à l'hypothèse de Dubrunfaut, de la présence du sucre cristallisable dans la mélasse, et cependant il n'en fut point ainsi, comme on le verra dans la suite.

En 1840, c'est-à-dire une année plus tard, M. Eugène Péligot établit également « que le jus de la canne ne « renferme pas de sucre liquide, incristallisable, et que « ce jus n'est autre chose que de l'eau sucrée, à peu près « pure, composée d'une partie de sucre pour quatre « parties d'eau ».

A la même époque, M. Biot confirmait le même fait par un moyen d'analyse nouveau, consistant dans l'action d'une dissolution de sucre cristallisable sur la lumière polarisée (2).

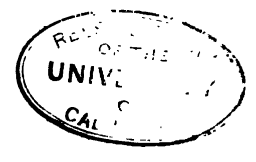
« On doit naturellement objecter, ajoute M. Péligot, « aux faits et aux opinions que je viens de développer de « la nature fort simple, selon moi, du vesou, que l'expé- « rience journalière des sucreries s'oppose à leur adop- « tion, car le vesou qu'on y travaille est souvent épais, « mucillagineux, et fournit toujours du sucre incristalli- « sable, de la mélasse. »

« D'où viennent donc ces produits ? » se demande M. Péligot.

« La réponse à cette question, dit M. Péligot, est « facile à faire, ils résultent de l'altération du sucre cris-

(1) Péligot, *Recherches sur l'analyse et la composition chimique de la betterave à sucre*, année 1839.

(2) Péligot, *Recherches sur la composition chimique de la canne à sucre*, p. 19 et suivantes, année 1840.



« tallisable qui préexistait, seul originairement dans la « canne.

« On sait déjà, depuis assez longtemps, que la plante « dont le suc se rapproche le plus de celui de la canne, « la betterave, ne renferme pas la moindre quantité de « sucre incristallisable, bien qu'on en obtienne toujours « une forte proportion dans les opérations auxquelles le « jus de betteraves se trouve soumis dans la fabrication « indigène. Par analogie, on pourrait présumer qu'il « devait en être de même pour le jus de la canne, et « avec d'autant plus de probabilité que le sucre de cette « plante est beaucoup plus facile à extraire que le sucre « de betteraves ; mes analyses ne font que présumer cette « prévision.

« Ainsi *la mélasse se produit par l'altération que « subit le sucre dans le travail auquel la canne et la « betterave sont soumises*. Bien que tous les perfection- « nements qu'on apporte à l'art de fabriquer le sucre « aient pour but d'éviter ou de diminuer cette altération, « les causes qui la font naître ne sont pas encore, il faut « en convenir, bien connues ou bien appréciées ; dans un « autre travail, je développerai l'opinion que je me suis « faite sur ce sujet par suite de mes recherches sur les « propriétés chimiques des sucres.

« Néanmoins, malgré les insuffisances des observa- « tions exactes sur ce point si important de la fabrication « du sucre, *tout le monde s'accorde à attribuer à deux « causes principales la formation du sucre incristalli- « sable ou de la mélasse*. Ces causes sont : 1° la fermen- « tation du jus; 2° l'action mal dirigée de la chaleur « pendant qu'on évapore l'eau qu'ils contiennent ».

M. Plagne, dans un travail sur la canne à sucre exécuté 14 années avant celui de M. Péligot, oublié dans les archives du ministère des colonies et publié seulement en 1840 (1), conclut exactement comme M. Péligot « que d'après le peu de matières étrangères contenues

(1) Plagne, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, mai 1840.

« dans le jus de la canne, il peut être considéré comme « une simple solution de sucre à laquelle il suffira d'ap- « pliquer un mode d'évaporation non susceptible d'en « altérer le principal produit pour obtenir la totalité de « celui-ci dans son intégrité parfaite ».

En 1841, Hervy concluait d'un travail exécuté sur des cannes à sucre cultivées, soit dans les serres chaudes du domaine royal de Neuilly, soit en pleine terre dans le jardin botanique de Bordeaux (1) : « 1° qu'il n'y a pas « de sucre incristallisable préexistant dans la canne à « sucre; 2° que les sels réagissent sur le sucre cristalli- « sable de manière à produire de la mélasse, que leur « action n'a pas lieu pendant la végétation, mais bien par « suite des manipulations ».

En 1840, la Société d'encouragement partageait ces mêmes idées. On lit dans un rapport du baron de Gerando : « Aujourd'hui qu'on sait que la mélasse ne pré- « existe pas dans la betterave, mais qu'elle provient « uniquement de l'altération que subit une partie du « sucre cristallisable, sous l'influence des divers agents « qui interviennent dans les procédés d'extraction, il « n'est pas possible d'admettre des résultats qui reposent « en partie sur le dosage du sucre à l'état de mé- « lasse » (2).

En 1841, Julia Fontenelle écrivait (3) : « Il paraît que « le corps que l'on nomme mucoso-sucré, sucre incristal- « lisable, mélasse, est en grande partie le produit de l'ac- « tion du calorique qui opère une réaction des éléments « du sucre les uns sur les autres. En effet, il est bien re- « connu que quand on fait agir sur le sucre si beau qu'il « soit un degré de chaleur assez fort il y a toujours une « partie convertie en mélasse ».

« Suivant que l'action du calorique, dit Lafargue, sera « plus ou moins forte, ou suivant que cette action quoi-

(1) Osmin-Hervy, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, année 1841.
(2) *Bulletin de la Société d'encouragement*, p. 77, année 1841.
(3) Julia Fontenelle, *Nouveau Manuel complet du fabricant et du raffineur de sucre*, p. 69, année 1841.

« que faible se prolongera, la quantité de mélasse ou « mucus sera plus ou moins augmentée. Ainsi une tempé- « rature de 35°, à laquelle sont exposés pendant trois « mois les sirops de sucrerie qu'on obtient par les cristal- « lisoirs paraît produire sur eux la même quantité de « mucilage que sur les sirops exposés pendant à peu près « une demi-heure à une température de 80 à 92°, cha- « leur nécessaire pour faire évaporer l'eau qui s'oppose « à la cristallisation ; si on prolonge, alors l'action du « calorique augmente beaucoup la quantité de mélasse à « un tel point que si le sirop y restait longtemps exposé, « il se décomposerait complètement et l'on n'aurait que « du sucre incristallisable.

« Devons-nous ajouter encore que plus le sirop reste « exposé à l'action du feu, plus la mélasse qu'il donne « est colorée, à moins que la température ne soit faible. « Il n'en est pas de même lorsqu'il est concentré rapide- « ment la mélasse ne se colore presque plus à moins que « la température ne soit très élevée ».

Ces idées sur la composition de la mélasse et sur les causes de sa formation se trouvaient en accord parfait avec des faits observés acquis à la science sur l'altération du sucre pur, sous diverses influences qui se trouvent naturellement réunies dans le travail manufacturier des sucres, et qu'il est utile de signaler.

En 1832, Dubrunfaut avait reconnu que sous l'influence du ferment de bière, le sucre cristallisable, même avant que la fermentation ne soit déclarée, se transforme en sucre incristallisable. « Une des réactions les plus « remarquables que puisse éprouver le sucre est celle « qui est déterminée par la présence de la levure de « bière ; en moins de quelques minutes, à une température « de 15 à 20°+, le sucre a été complètement modifié et a « perdu la propriété de cristalliser.

« Sa formule est alors $C^{12} H^{12} O^{12}$

« au lieu de $C^{12} H^{11} O^{11}$ » (1).

(1) Dubrunfaut, 1832, Observation inédite publiée par Baudrimont, dans sa brochure *Du Sucre et de sa fabrication*, p. 21, année 1841.

On sait que dans la fabrication du sucre le jus de betteraves et surtout celui de cannes entrent avec une grande facilité en fermentation sans addition de levure de bière, et que par conséquent ces jus contiennent le ferment développé ou tous les éléments pour lui donner naissance et produire son action de transformation sur le sucre.

On savait également que le sucre cristallisable dissous dans l'eau et soumis pendant *un certain temps à l'ébullition se transformait en sucre incristallisable.*

1831. — « En faisant bouillir pendant quelque temps « ou chauffant au delà de 110° une dissolution concen- « trée de sucre, celui-ci s'altère et se transforme en par- « tie en sucre incristallisable (Berzelius) » (1).

1835. — « En exposant le sirop de sucre cristallisable « étendu d'eau, pendant longtemps à une température « de 90° à 100° +; il se colore et la plus grande partie du « sucre qu'il contient *perd la propriété de cristalliser*, « le sucre rendu ainsi incristallisable forme selon toute « apparence une espèce nouvelle (Thénard) » (2).

« *Sucre incristallisable.* — Nous appelons ainsi le su- « cre dans lequel se transforme le sucre de canne lors- « qu'on le dissout dans l'eau et qu'on fait bouillir la « dissolution pendant longtemps en renouvelant l'eau « convenablement, vainement alors on rapproche la li- « queur en consistance sirupeuse, elle a perdu la pro- « priété de cristalliser.

« Or cette transformation a lieu sans qu'il y ait absorp- « tion ou dégagement de gaz, il est probable que le « sucre incristallisable est isomère avec le sucre cris- « tallisable; il serait possible cependant qu'il en différât « par une quantité plus ou moins grande d'hydrogène et « d'oxygène dans les mêmes proportions que dans l'eau.

« Quoi qu'il en soit le sucre incristallisable a une saveur « au moins aussi douce que le sucre cristallisé, le char-

(1) Berzelius, *Traité de Chimie*, tome V, p. 237, année 1831.
(2) Thénard, *Traité de Chimie*, tome IV, p. 333, édition de 1835.

« bon le décolore complètement, l'alcool le dissout faci-
« lement ».

« Le miel le contient tout formé et mêlé plus ou moins « à du sucre de raisin. »

« *Il n'existe ni dans la canne, ni dans la betterave,* « *ni dans l'érable; celui qui fait partie de la mélasse* « *provient de l'action du feu et de l'eau sur le sucre* « *cristallisable* (Thénard) » (1).

1835. — « L'ébullition d'un liquide sucré très long- « temps continuée produit le même effet que l'action des « acides, mais pour obtenir un sirop complètement in- « cristallisable, il faut prolonger l'action plus de 60 heu- « res ; tandis qu'avec les acides, quelques minutes suffi- « sent le plus souvent (Bouchardat) » (2).

« Du sucre de canne (sucre cristallisable) soumis à « l'action combinée de l'eau et d'une température de 95 « à 99° pendant 95 heures fut totalement détruit et trans- « formé en une matière *non sucrée* qui ne fermentait « plus » (3).

Les expériences de Dubrunfaut, Berzelius, Thénard, Pelouze, Malagutti, faites sur le sucre pur, confirmaient donc de tout point les opinions émises et les résultats obtenus sur la non-préexistence du sucre incristallisable dans la betterave et dans la canne, et sur les idées émises par les chimistes Pelouze, Payen, Bouchardat, Plangue, Hervy, et particulièrement par M. Péligot, sur les causes de la production de la mélasse par la transformation du sucre cristallisable sous l'influence de la chaleur et de la fermentation.

Ces idées ne passèrent pas dans l'industrie sans protestations, surtout de la part des fabricants de sucre de cannes, et il s'éleva de nombreuses réclamations contre les conclusions un peu absolues de M. Péligot.

Je n'entrerai pas dans le détail de ces discussions, aux-

(1) Thénard, *Traité de Chimie*, tome IV, p. 347, édition de 1835.

(2) Bouchardat, *Recherches sur les sucres, les mélasses*, etc., *Journal de Pharmacie et de Chimie*, tome XXI, p. 627, année 1835.

(3) Pelouze, Malagutti.

quelles prirent part, pour et contre, divers planteurs, entre autres M. Guignod, colon de la Martinique; Vincent, planteur à Bourbon (1); le marquis de Fleury, Guynod et Peraud, Kirvan, propriétaire à Saint-Domingue; Lampe et Chauvet, pharmaciens de la marine (2), etc., etc., parce qu'elles n'apportèrent aucune preuve nouvelle sur les causes de la formation de la mélasse.

A cette époque, les moyens d'analyse employés pour caractériser le sucre cristallisable et le sucre incristallisable étaient très limités, ils se réduisaient surtout à l'emploi de l'alcool comme dissolvant et à la séparation des deux sucres par cristallisation.

Un seul réactif nouveau avait été employé par M. Biot, l'action différente des dissolutions de sucre cristallisable et de sucre incristallisable sur un rayon de lumière polarisée; mais l'appareil de Biot n'était alors employé que par lui-même. Il était, d'ailleurs, d'un prix élevé, d'un emploi difficile et ne pouvait être utilisé que pour des liquides sucrés parfaitement incolores; de telle sorte que, dans tous ces travaux, la nature chimique du sucre dans la mélasse était établie, non pas sur des expériences directes sur la mélasse, mais par des raisonnements et des déductions.

Malgré cette absence de preuves directes de la nature chimique du sucre contenu dans la mélasse, l'opinion répandue dans la science et dans l'industrie que ce sucre provenait des altérations du sucre cristallisable, pendant les opérations de la fabrication et du raffinage, offrait une belle perspective aux recherches faites dans le but d'apporter des améliorations et des perfectionnements dans les industries du sucre, et était de nature à stimuler le zèle des chercheurs et des inventeurs. Les quantités de mélasse produites chaque année par ces industries se comptaient par centaines de millions de kilogrammes, et

(1) Dubrunfaut, *Le Sucre*, p. 204, année 1873.
(2) Manuel Roret, *Fabricant et raffineur de sucre*, p. 49, année 1841.

pouvaient faire espérer une large rémunération aux promoteurs de progrès sérieux.

Le problème à résoudre se posait de lui-même : étudier les causes et les influences qui produisent, pendant les opérations de la fabrication et du raffinage, la transformation du sucre cristallisable en sucre incristallisable, et rechercher les moyens d'empêcher cette transformation.

Deux voies étaient ouvertes, deux directions données par les travaux précédents : l'une, la transformation du sucre cristallisable en sucre inscristallisable sous l'influence de la haute température à laquelle étaient soumis les jus et sirops en cours de fabrication ; l'autre, l'altération du sucre cristallisable produite par la fermentation pendant les opérations de la fabrication.

Chacune de ces voies furent suivies par divers inventeurs, qui crurent arriver au même but par des moyens différents : éviter la formation de la mélasse.

On chercha d'abord à remplacer l'évaporation et la cuite des sirops qui se faisaient à *feu nu*, c'est à-dire au moyen de chaudières placées directement sur le feu, par l'évaporation à l'aide de la vapeur d'eau à haute pression, passant dans des serpentins en cuivre placés au milieu des liquides sucrés dans des chaudières à air libre.

Cet appareil, inventé en Angleterre par Taylor et Martineau, puis perfectionné par Hallette, d'Arras, fut appliqué pour la première fois en France par Blanquet et Harpignies, de Valenciennes, dans la campagne de 1826 à 1827, et, dans la campagne suivante, dans les sucreries de Crespel, Cafler et Hartey (1).

L'introduction de cet appareil dans la fabrication du sucre de betteraves fut un progrès ; l'évaporation et la cuite y étaient beaucoup plus faciles et rapides ; les sirops se coloraient moins, mais le sucre y était encore exposé à une température qui s'élevait dans la cuite

(1) Dubrunfaut, *L'Industriel*, tome II, décembre, année 1827.

jusqu'à 115° +, et la quantité de mélasse n'en paraissait pas sensiblement diminuée.

C'est alors qu'apparurent en France les appareils à cuire les sirops à basse température au moyen du vide.

L'Angleterre nous avait également devancés dans cette voie.

A la même époque, où l'on introduisait en France l'appareil Taylor et Martineau, c'est-à-dire en 1827, un jeune raffineur, A. Léon, qui était allé étudier en Angleterre le raffinage du sucre, se proposa d'introduire en France un appareil d'évaporation et de cuite des sirops par la vapeur, à vase clos et dans le vide, inventé dès l'année 1812 et 1813 par Howard ; après l'avoir vu fonctionner à Londres pendant une année, il publia une brochure pour en faire connaître les bons résultats (1).

Cet appareil, peu connu alors et mal apprécié en France, était déjà appliqué dans dix raffineries de sucre à Londres.

« D'après tous les systèmes employés en Europe, dit « A. Léon, la température à laquelle la cuite se trouve « exposée pendant l'évaporation convertit une partie du « sucre en mélasse ; avec la chaudière de Howard, la « matière ne se trouve pas plus altérée que si elle était « cuite aux rayons du soleil. En effet, dans les procédés « ordinaires, soit à feu nu, soit au bain de vapeur à « haute pression, on cuit toujours au même degré de « chaleur, qui est tel que lorsque la cuite sort des chau- « dières, elle se trouve trop bouillante pour être écoulée « dans les formes : il faut la recevoir dans des rafraîchis- « soirs et la brasser pour lui faire perdre de sa tempé- « rature. Dans la méthode Howard, on suit une marche « inverse; le sirop est cuit à une si basse température « qu'il est trop froid pour qu'on puisse faire l'empli « au moment où la cuite vient de quitter la chau- « dière (2) ».

(1) A. Léon, *L'Industriel*, 2e volume, p. 92, 1827.
(2) Dubrunfaut, *L'Industriel*, 2e volume, p. 92, année 1827.

Voici l'appréciation que fait de l'appareil Howard un de ses compatriotes, Andrew Ure, dans son *Dictionnaire de chimie* (1), en 1821 :

« Dans le mode ordinaire de raffinage, il se sépare « ordinairement de 25 à 35 p. 100 de mélasse, dont une « partie considérable, probablement les deux tiers, ré- « sulte de la haute chaleur employée dans la concentra- « tion du sirop. On a imaginé plusieurs moyens pour « diminuer cette production de mélasse. L'un de ces « moyens consiste à entourer la chaudière à sucre d'huile « ou de vapeur d'eau à une haute température, au lieu « de faire chauffer cette chaudière à feu nu. Dans un « second moyen, la chaudière est couverte à la partie « supérieure, et au moyen d'une machine pneumatique, « on supprime la pression de l'air de manière à favoriser « l'ébullition et l'évaporation rapide à des chaleurs mé- « diocres.

« Le célèbre chimiste Howard prit une patente pour la « mise à exécution de ce dernier moyen, qui est indubi- « tablement le plus scientifique et donnant les résultats « les plus avantageux ; mais il exige dans le fabricant un « *génie supérieur* et une très grande attention. »

L'appareil d'Howard ouvrait une voie nouvelle pour l'évaporation et la cuite des sirops ; il fut successivement perfectionné par divers inventeurs, particulièrement par John Davis, Roth, Degrand, Derosnes, etc., etc.

Ces divers appareils à évaporer et à cuire dans le vide furent d'abord appliqués à la raffinerie, puis peu à peu à la fabrication du sucre de betteraves.

On crut d'abord que l'appareil au vide, appliqué dans la fabrication du sucre de betteraves, combiné avec l'emploi d'une grande quantité de noir animal en grain pour la filtration, réaliserait en grande partie le problème de la suppression des mélasses, et, en effet, avec des sirops très décolorés et la cuite dans le vide, on obtenait

(1) Andrew Ure, *Dictionnaire de Chimie*, tome IV, p. 388, traduction par J. Riffeind, année 1824.

des sucres peu colorés, en bien plus grande quantité et bien moins de mélasse ; mais ces sucres étaient en grains très fins, pâteux, sans nerf, donnant au raffinage un rendement en sucre moins élevé et une bien plus grande quantité de mélasse que les sucres bruts obtenus par les sirops cuits à la vapeur à air libre.

En réalité, ces sucres n'étaient que du sucre dont la cristallisation s'était opérée d'une manière confuse, à une température trop basse et dont les cristaux retenaient emprisonnée une plus ou moins grande quantité de mélasse peu colorée ; de telle sorte que la mélasse que l'on avait obtenue en moins dans la fabrication du sucre brut se retrouvait en plus dans le raffinage.

Ce vice de qualité dans les sucres bruts de cette provenance amena peu à peu une réprobation générale de la raffinerie contre ces sucres que l'on désignait alors dans le commerce sous le nom de *sucre à procédés*, et jeta un discrédit presque général sur l'emploi des appareils à cuire dans le vide, dans la fabrication du sucre de betteraves, réprobation qui ne disparut complètement que sous l'influence de l'achat des sucres sur analyse chimique, et lorsqu'on pratiqua la cristallisation du sucre dans l'appareil même de cuite, c'est-à-dire par l'application de la cuite en grain qui donna des sucres blancs, en gros cristaux, secs et nerveux, tout à fait exempts de mélasse.

L'évaporation et la cuite des sirops dans le vide n'avait donc pas contribué à réduire la quantité de mélasse dans la fabrication du sucre de betteraves, comme on l'avait cru au début. Il fallait chercher ailleurs que dans l'action d'une haute température, en présence de l'air, la cause de la production de la mélasse, et en dehors de l'emploi des appareils à faire le vide, les moyens d'en empêcher la formation.

Pendant que ces faits se produisaient dans la fabrication et le raffinage des sucres ; en juillet 1849, le monde sucrier fut mis en grand émoi par la nouvelle reproduite par les journaux, qu'un chimiste belge avait trouvé le

moyen de fabriquer avec la betterave ainsi qu'avec la canne, du sucre raffiné directement de premier jet.

Ce sucre était obtenu sans passer par la forme de sucre brut et sans production de mélasse.

Ce chimiste, M. Melsens, professeur de chimie à Bruxelles était venu à Paris trouver son ancien maître et collaborateur Dumas, membre de l'Académie des sciences, alors représentant du peuple à l'Assemblée nationale, pour lui proposer de céder sa découverte au gouvernement français.

Le gouvernement français s'émut de cette découverte qui paraissait réaliser un grand progrès dans l'industrie du sucre et de la proposition qui lui était faite.

M. Lanjuinais, alors ministre de l'agriculture et du commerce, en fit un rapport au Président de la République, Louis-Napoléon Bonaparte, qui nomma une commission de 15 membres chargée d'étudier l'invention de M. Melsens.

Je rapporterai ici textuellement ce rapport et le nom des membres de la commission qui fut nommée, comme un témoignage de l'importance que l'on attachait alors à cette question.

Rapport au Président de la République (1).

« Paris, le 21 juillet 1849.

« Monsieur le Président,

« Pendant que les révolutions agitent le monde politi-
« que, les arts industriels, éclairés par les lumières de la
« science poursuivent le cours de leurs conquêtes pacifi-
« ques, la découverte dont j'ai à vous entretenir en est
« un exemple éclatant.

« Un chimiste belge, élève de M. le professeur Dumas,
« vient de découvrir un mode de traitement de la bette-
« rave et de la canne qui permet de retirer de ces végé-
« taux la totalité du sucre qu'ils contiennent et d'obte-

(1) *Moniteur universel* du 22 juillet 1849 (partie officielle).

« nir le sucre de qualité supérieure sans faire emploi des « appareils compliqués et dispendieux employés soit à la « fabrication du sucre de betteraves, soit aux opérations « de raffinage.

« Si cette découverte, hautement proclamée par des « hommes de science dont le témoignage paraît irrécusa- « ble, réalise les effets merveilleux qu'elle fait espérer, le « rendement de la betterave serait augmenté d'un tiers « et celui de la canne de moitié, et, de plus, les appareils « autres que ceux propres à la trituration et à la défèca- « tion deviendraient inutiles.

« En présence de cette révolution imminente, toutes « les opérations industrielles qui se rattachent à la pro- « duction et au commerce des sucres sont arrêtées, et le « mouvement naturel de ces affaires ne pourra renaître « qu'après que l'opinion publique sera éclairée sur le « mérite des nouveaux procédés de fabrication. C'est « dans cette situation que l'inventeur a fait offrir au « Gouvernement la cession de sa découverte, qui pour- « rait être mise de suite dans le domaine public.

« Vous penserez sans doute, M. le Président, qu'il « n'est pas possible de laisser en suspens des questions « qui touchent à la fois et très gravement aux intérêts du « Trésor et à ceux de l'agriculture, des colonies et de la « marine. C'est dans cette conviction que j'ai l'honneur « de vous proposer de faire constater officiellement les « résultats annoncés de la nouvelle méthode, et d'appeler « à cette constatation des hommes éminents dans la « science ou engagés dans les opérations industrielles et « commerciales dont les sucres sont l'objet.

« Si les expériences sont favorables à l'inventeur, je « vous proposerai de soumettre à l'Assemblée législative « un projet de loi qui aurait pour objet d'acquérir pour « le compte de l'État et de faire tomber dans le domaine « public l'invention de M. Melsens.

« Si vous partagiez les vues qui viennent d'être expo- « sées, j'aurais l'honneur de vous proposer de former la « commission de la manière suivante :

« MM. Dumas, représentant, Président.
« Ancel, id.
« Betting de Lancastel, id.
« Hubert de Lisle, id.
« Mimerel, id.
« Pascal, id.
« Pecoul, id.
« Chevreul, Membre de l'Institut.
« Gréterin, Directeur général des Douanes.
« Fleury, Chef de division au Ministère du commerce.
« Baude, ancien Conseiller d'État.
« Bazin, Fabricant de sucre de betteraves,
« Blanquet, id.
« Gouvion de Denain, Raffineur.
« De Jabrun.

« Signé :

« *Le Ministre de l'Agriculture et du Commerce*,

« V. LANJUINAIS.

« Approuvé :

« LOUIS-NAPOLÉON BONAPARTE. »

Quelle était la découverte de M. Melsens ?

La commission ne voulut pas accepter la responsabilité d'un secret; avant de commencer ses travaux elle demanda à M. Melsens de prendre un brevet d'invention pour sa découverte.

Ce brevet fut demandé à la date du 26 juillet 1849, sous ce titre : *Procédé pour l'extraction du sucre cristallisable de la canne, de la betterave, du maïs, et qui permet de l'obtenir sans perte soit à froid, soit à chaud, par évaporation lente ou rapide à volonté.*

Le procédé de Melsens, tel qu'il est décrit dans son brevet, était un procédé de conservation des jus et sirops par l'emploi de l'acide sulfureux.

M. Melsens était parti de cette idée préconçue et généralement reçue à cette époque que le sucre contenu dans la mélasse était du sucre rendu incristallisable par la fermentation pendant les opérations de la fabrication ; prenant ce point de départ comme démontré et acquis à la science, il s'était dit : si je trouve un agent qui empêche radicalement toute fermentation dans les jus et sirops, je n'obtiendrai plus de mélasse, et de déduction en déduction il était arrivé, supprimant la mélasse, à obtenir un rendement en sucre plus élevé, et un sucre pur et raffiné de premier jet.

M. Melsens a pu croire un moment que cela arriverait ainsi.

Le rapport du ministre Lanjuinais, publié par tous les journaux politiques, produisit une grande sensation dans le monde sucrier ; il provoqua immmédiatement la prise d'un nouveau brevet d'invention par MM. Dubrunfaut et Leplay, sous le titre : *Procédés propres à l'extraction du sucre et des salins de cannes et de betteraves*, portant la date du 24 juillet 1849, c'est-à-dire deux jours après la date du rapport du ministre et deux jours avant la date du brevet Melsens.

On lit dans le brevet Dubrunfaut et Leplay : « Nous « avons observé, dès l'année 1840, que les mélasses brutes « des fabriques du sucre de betteraves ne contiennent « que du sucre cristallisable, et qu'elles en contiennent « 45 à 50 p. 100 de leur poids ».

Le brevet contient la description des moyens d'extraire ce sucre cristallisable de la mélasse.

Ce fait nouveau de l'absence complète de sucre incristallisable dans la mélasse de fabrique de sucre de betteraves, et la description des moyens d'en obtenir le sucre cristallisable, étaient en contradiction complète avec le point de départ et la base du procédé Melsens, et de nature à éclairer les membres de la commission sur la valeur de ce procédé ; un de ces membres, confident des travaux de M. Dubrunfaut et Leplay, en fit part à la commission.

Cette communication fut, pour les chimistes de la commission, comme un rayon lumineux pénétrant tout à coup dans l'obscurité profonde d'une question jusqu'alors si controversée et si peu connue, et les questions suivantes s'imposèrent immédiatement à la commission :

Si la mélasse de fabrique de sucre de betteraves ne contient pas de sucre incristallisable ? Si les 50 p. 100 de sucre qu'elle contient est du sucre cristallisable ? Si dans la fabrication du sucre de betteraves on n'altère pas de sucre, les moyens de conservation préconisés par M. Melsens n'ont pas de raison d'être, sont sans portée ; aussi la commission Melsens disparut après la première séance sans faire de rapport, et M. Melsens sortit de cette bagarre avec une illusion de moins.

J'examinerai dans le chapitre suivant les circonstances dans lesquelles ce fait nouveau s'est produit et les expériences qui en ont fourni la démonstration (1).

(1) Voir également pour les moyens d'analyse qui ont mis ce fait en évidence le chap. 1er, tome Ier, de *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, p. 30.

2° ÉPOQUE.

DE 1840 A 1850.

CHAPITRE II.

Études historiques chimiques et industrielles sur la mélasse produite dans l'application des premiers procédés employés dans la fabrication du sucre de betteraves, caractérisés par la défécation à la chaux et l'emploi du noir animal en grain, époque comprise entre les années 1840 à 1850.

Le chapitre précédent se termine par une citation textuelle d'un brevet de MM. Dubrunfaut et Leplay, portant la date du 24 juillet 1849.

Cette citation ne concerne que la composition des mélasses de fabrique de sucre de betteraves; mais le brevet donne également la composition des mélasses de raffinerie de sucre de betteraves et de sucre de cannes; j'en rétablis ici le texte intégral, comme premier document établissant la composition réelle des différentes mélasses, au point de vue des sucres qu'elles contiennent :

« Nous avons observé, dès l'année 1840, que les mé« lasses brutes des fabriques de sucre de betteraves ne « contiennent que du sucre cristallisable, et qu'elles en « contiennent 45 à 50 p. 100 de leur poids.

« Nous avons observé encore, à l'aide d'analyses exé« cutées sur un grand nombre d'échantillons, que les « mélasses de raffinerie de sucre de betteraves con« tiennent 50 à 60 p. 100 de sucre, dans lequel le sucre « cristallisable se trouve dans une proportion qui varie « de 1/5 à 1/4 du poids du sucre.

« Quant aux mélasses de raffinerie de sucre de cannes, « elles contiennent de 60 à 70 p. 100 de sucre, dans les- « quelles le sucre incristallisable se trouve dans une « proportion qui varie de 50 à 60 p. 100 du poids total « de la matière sucrée contenue dans les mélasses. »

Cette citation renferme les résultats de nombreuses études continuées avec persévérance dans le silence du laboratoire industriel pendant dix années.

J'ai fait connaître dans le chapitre Ier du premier volume de cet ouvrage : 1° le procédé d'analyse nouveau, à l'aide duquel ces résultats ont été constatés ; 2° les problèmes qu'ils ont soulevés dans la fabrication et le raffinage des sucres, problèmes qui sont encore à l'ordre du jour dans ces industries (1) ; 3° l'industrie nouvelle à laquelle ces résultats ont conduit, c'est-à-dire la fabrication du sucre par les sucrates, qui est encore présentement le point de mire des chercheurs et des inventeurs (2).

Les études chimiques et industrielles sur la mélasse qui doivent faire partie de ce chapitre, remontent, comme il vient d'être dit, à l'année 1840, et comprennent les mélasses produites dans la fabrication et le raffinage des sucres de betteraves et de cannes dans la période de temps écoulé de 1840 à 1850.

Le procédé d'épuration du jus de betteraves pendant cette période de temps était exclusivement basé sur la défécation au moyen de la chaux, et sur la filtration des jus et sirops sur le noir animal en grain.

(1) La Société industrielle du nord de la France a mis au concours, pour 1882, la question suivante : « Étudier les altérations que subissent les sirops de betteraves après leur cuite et rechercher les moyens de prévenir ces altérations. »

Cette question n'a pas été résolue et est remise au concours pour l'année 1887. C'est encore une des questions posées dans le grand concours international des Sciences et de l'Industrie, qui doit avoir lieu à Bruxelles en 1888, dans les termes suivants : « Quelles sont les principales causes des pertes du sucre dans les fabriques et dans les raffineries et les meilleurs moyens de les empêcher. »

(2) Témoin les nombreux procédés pour l'extraction du sucre des mélasses qui se disputent la fabrication du sucre.

Divers procédés de défécation avaient été employés avant 1840.

Dans l'année 1825, époque ou Dubrunfaut publiait son ouvrage, *Art de fabriquer le sucre de betteraves*, trois procédés de défécation étaient pratiqués dans la fabrication du sucre de betteraves en France (1) :

1° Le procédé d'Achard, basé sur l'emploi de l'acide sulfurique, puis de la craie pour saturer de l'acide, puis de la chaux pour achever la saturation ;

2° Le procédé dit procédé des colonies, recommandé en 1807 par Hermbstaedt, basé sur l'emploi exclusif de la chaux (2) ;

3° Le troisième procédé dit *procédé français*, basé également sur l'emploi de la chaux en excès, puis sa saturation par l'acide sulfurique.

Chacun de ces procédés présentait dans la pratique de graves inconvénients. Le procédé français était le plus usité, et donnait les meilleurs résultats lorsqu'il était bien appliqué ; on avait déjà reconnu alors, la nécessité pour obtenir un jus bien déféqué d'employer un excès de chaux ; mais la difficulté était de faire disparaître cet excès de chaux, qui occasionnait de grands inconvénients dans l'évaporation et la cuite des sirops. Le moyen employé alors était l'acide sulfurique, mais on lui substitua bientôt le charbon animal en poudre, dont Lampadius avait recommandé l'emploi, conjointement avec la chaux pour dépurer le sucre de betteraves (3).

En 1791, Lowitz avait fait connaître les propriétés décolorantes du charbon (4).

En 1811, Figuier de Montpellier reconnut que le charbon animal en poudre possédait des propriétés décolorantes, beaucoup plus énergiques que celles du charbon végétal (5).

(1) Dubrunfaut, *Art de fabriquer le sucre de betteraves*, p. 234, 1824.
(2) Hermbstaedt, *Annales de Chimie*, novembre 1809.
(3) Lampadius, *Annales de Chimie*, an IX, année 1801.
(4) Lowitz, *Annales de Crell*, année 1791.
(5) Figuier, *Bulletin de Pharmacie*, tome III, p. 307, année 1811. — tome IV, p. 232, année 1812.

En 1813, Guillon, raffineur de sucre, à Paris, introduisit le charbon animal en poudre dans la clarification et la décoloration des sirops de raffinerie (1).

A la même époque, Derosne l'introduisit également comme décolorant dans la sucrerie de betteraves ; mais en 1822, dans un mémoire couronné par la Société de Pharmacie, Payen fit connaître les propriétés absorbantes du charbon animal en poudre pour la chaux (2).

Dubrunfaut rapporte dans son ouvrage une expérience faite en fabrication sur l'emploi du charbon animal en poudre, et sur ses propriétés absorbantes pour la chaux, dans les termes suivants (3) :

« Une chaudière à déféquer contenant 2,500 litres de « jus exigea pour sa défécation, par le procédé français, « 10 kilogrammes de chaux vive, et, après la défécation, « il fallut employer, pour ne laisser qu'une faible alca- « linité dans le jus, jusqu'à 3 kilogrammes d'acide sulfu- « rique à 66°.

« Dans la chaudière suivante, de même contenance, « dans laquelle on avait ajouté le noir animal provenant « de deux clarifications précédentes de sirops, il ne « fallut que 700 à 800 grammes d'acide sulfurique pour « rendre le sirop à peu près neutre.

« Le noir animal, employé dans cette expérience, « quoique ayant déjà servi à la clarification des sirops, a « pu remplacer plus de 2 kilogrammes d'acide sulfurique « à 66°. »

Le charbon animal en poudre pouvait donc, employé en suffisante quantité, remplacer l'acide sulfurique pour enlever l'excès de chaux, resté dans le jus de betteraves après la défécation.

L'emploi du charbon animal en poudre présentait l'inconvénient de former dans les liquides sucrés des dépôts abondants difficiles à séparer, entraînait à d'assez grandes

(1) Derosne, *Bulletin de Pharmacie*, tome V, p. 316, année 1813.
(2) Payen, *Journal de Pharmacie*, tome VIII, p. 278, année 1822.
(3) Dubrunfaut, *Art de fabriquer le sucre de betteraves*, p. 238, année 1825.

dépenses, et son usage dans la fabrication du sucre de betteraves était assez restreint.

Quelques années plus tard, en 1829, Dumont faisait connaître sa découverte de la filtration des liquides sucrés sur le noir animal en grain, découverte qui devait, dans la suite, prendre une si grande importance dans la fabrication du sucre de betteraves et dans le raffinage des sucres.

Voici en quels termes Dubrunfaut rend compte de la communication de la découverte de Dumont, à la Société d'encouragement (1) :

« M. Derosne a annoncé la découverte de M. Dumont « pour clarifier le sirop, par une simple filtration, sans « avoir besoin de mêler le charbon animal au sirop, « comme on l'a toujours fait jusqu'à ce jour ; cette nou- « velle méthode, déjà en activité dans plusieurs raffi- « neries de Paris, semble mériter d'être adoptée par « sa promptitude et l'économie de temps qu'elle pré- « sente. »

Le charbon animal en grain et le filtre Dumont se répandirent rapidement dans la fabrication du sucre de betteraves ; ils permirent d'employer les doses de chaux nécessaires à une bonne défécation. Les moyens de révivification, qui furent préconisés par Dumont, en rendant au charbon animal la plus grande partie de ses propriétés actives primitives, contribuèrent puissamment à en faciliter l'usage en le rendant plus économique, et, dès 1831, un grand nombre de fabriques de sucre l'employait (3).

Les autres procédés de défécation avec emploi de l'acide furent abandonnés.

Le seul procédé d'épuration des jus et sirops employés alors consistait donc dans la défécation par un excès de chaux et dans la filtration des jus et sirops sur le charbon

(1) Dubrunfaut, *Bulletin des Sciences technologiques*, p. 123, année 1829.
(2) Dubrunfaut, *Agriculteur-manufacturier*, tome Ier, p. 141, année 1830.
(3) Dubrunfaut, *Agriculteur-manufacturier*, tome III, p. 1, année 1831.

animal en grain revivifié, mélangé de charbon animal neuf en grain en plus ou moins grande quantité.

Ce procédé présentait dans la pratique une certaine difficulté ; il arrivait souvent que les sirops atteignaient difficilement le point de cuite, l'ébullition s'arrêtait tout à coup à un degré plus ou moins rapproché du point de cuite qu'il était à peu près impossible d'atteindre : de là une réduction dans le rendement en sucre ; cet arrêt dans l'évaporation était dû à ce que ces sirops fortement alcalins contenaient de la chaux libre ou du sucrate de chaux, qui venait se figer sur les serpentins, empêchait la transmission du calorique à travers les surfaces métalliques et arrêtait l'évaporation.

On remédiait à cet inconvénient en employant une plus grande quantité de noir animal neuf dans la filtration des sirops.

Ce procédé était exclusivement employé à l'époque où ont été faites les recherches chimiques sur les mélasses dont il va être rendu compte, c'est-à-dire pendant les années de 1840 à 1850.

Pendant cette période de temps, j'ai fait en collaboration avec Dubrunfaut un grand nombre d'analyses de mélasses de différentes origines pour déterminer la nature chimique des sucres qu'elles contiennent et leurs quantités relatives.

Il est inutile pour les questions à l'étude dans ce chapitre de rapporter les résultats obtenus dans ces nombreuses analyses ; il suffira de prendre pour exemple les analyses faites dans les premiers mois de l'année 1844, parce qu'elles ont été exécutées à une même époque et quelles représentent la composition des mélasses faites dans la même année.

Ces analyses ont porté sur :

1° Les mélasses de fabrique de sucre de betteraves ;

2° Les mélasses de raffinerie de sucre brut de betteraves ;

3° Les mélasses de raffinerie de sucre brut de betteraves et de sucre brut de cannes, mélangés ;

4° Les mélasses des fabriques de sucre brut de cannes provenant des colonies françaises;

5° Enfin les mélasses de raffinerie de sucre brut de cannes.

Les sucres ont été dosés en constatant par distillation le rendement alcoolique avant et après le traitement de la mélasse par la chaux à la température de l'ébullition, en prenant pour base de calcul, le rendement du sucre raffiné mis en fermentation dans les mêmes conditions donnant pour 100 kilogrammes de sucre, 55 litres d'alcool à 100° Gay-Lussac (1).

Les bases potasse soude et chaux en combinaison avec les acides organiques ont été dosées au moyen de la liqueur alcalimétrique de Gay-Lussac, sur le résidu brut de l'incinération charbonneuse; les bases potasse et soude à l'état de carbonates solubles, dans la dissolution obtenue par le lessivage à l'eau jusqu'à épuisement du résidu charbonneux, et la chaux à l'état de carbonate insoluble dans le résidu charbonneux ainsi épuisé (2).

Les résultats obtenus de ces analyses sont groupés dans le tableau suivant :

(1) Voir le premier volume de *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, tome Ier, chap. II, § 3, année 1883.

(2) Voir, pour plus de détails du procédé, le premier volume de cet ouvrage : *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, chap. IV, § 21, p. 322 à 340, année 1883.

TABLEAU DES ANALYSES

FAITES SUR LES MÉLASSES DE DIVERSES ORIGINES

PENDANT LES TROIS PREMIERS MOIS DE L'ANNÉE 1844.

Tableau des analyses faites sur les mélasses de diverses origines dans les trois premiers mois de l'année 1844.

NUMÉROS D'ORDRE.	PROVENANCE.	DEGRÉ à l'aéromètre Baumé.	RENDEMENT alcoolique pour 100 kil. en litres.	RENDEMENT alcoolique après traitement calcique en litres.	SUCRE total pour 100.	SUCRE cristallisable pour 100.	SUCRE incristallisable pour 100.	TITRE alcalimétrique soluble pour 100 gr.	TITRE alcalimétrique insoluble pour 100 gr.
	Mélasses provenant de fabriques de sucre de betteraves.								
1	Amiens. — Échantillon moyen de 16 fabriques.	43°	28,5	28,5	51,81	51,81	0,0	123°	12°
2	Douai. — de 25 fabriques.	44°	25,0	25,0	45,45	45,45	0,0	120°	10°
3	Lille. — de 26 fabriques.	45°	25,0	25,0	45,45	45,45	0,0	135°	14°
4	Saint-Quentin — de 6 fabriques..	44°	27,0	27,0	49,09	49,09	0,0	120°	14°
5	Valenciennes — de 14 fabriques.	44°	25,0	25,0	45,45	45,45	0,0	120°	10°
6	Blanquet, à Famars........................	45°	24,0	24,0	43,63	43,63	0,0	144°	15°
7	Demesmay, Templeuve	45°	24,0	24,0	43,63	43,63	0,0	143°	14°
8	Aubineau, Saint-Quentin....................	44°	27,0	27,0	49,09	49,09	0,0	120°	14°
9	Max Noël, Lille	45°	25,0	25,0	45,45	45,45	0,0	135°	14°

	Mélasses de raffinerie de sucre brut de betteraves.								
10	Numa Grar, Valenciennes	44°	27,0	27,0	49,09	49,09	0,0	120°	12°
11	Delamarre	43°	29,0	26,0	52,72	47,87	5,45	120°	19°
12	Desribes	44°	29,0	23,0	52,72	41,81	10,91	134°	20°
13	Chavannes, Orléans	43°	30,0	27,5	54,54	50,00	4,54	120°	12°
14	Id. —	45°	28,5	21,0	51,81	38,18	13,63	140°	13°
15	Onfroy, de Paris	44°	32,0	25,5	58,18	46,36	11,82	100°	10°
16	Gauvain, de Paris	44°	33,0	26,0	60,00	47,27	12,73	100°	10°
17	Jeanti-Prévost, de Paris	42°,5	30,0	24,0	54,54	43,63	10,91	80°	15°
18	Perrier, Paris, barrière des Bonshommes	44°	30,0	25,5	54,54	46,36	8,18	112°	10°
19	Duflé, Paris	43°	32,0	22,5	58,18	40,90	17,28	106°	9°
20	Pouet, Paris	44°	31,0	27,0	56,36	49,09	7,27	95°	18°
	Mélasses de raffinerie de sucres de betteraves et de cannes mélangés.								
21	Paris	43°,5	34,0	20,0	61,81	36,36	25,45	45°	22°
22	»	44°	35,5	26,0	64,54	47,27	17,27	52°	15°
	Mélasses des fabriques de sucre de cannes des colonies françaises.								
23	Guadeloupe	40°	36,0	21,0	65,45	38,18	27,27	10°	20°
24	Id	40°	35,0	22,0	63,63	40,00	23,63	non dosé.	non dosé.
25	Martinique	43°	39,0	16,0	70,90	29,09	41,81	14°	23°

Tableau des analyses faites sur les mélasses de diverses origines dans les trois premiers mois de l'année 1844 (suite).

NUMÉROS D'ORDRE.	PROVENANCE.	DEGRÉ à l'aéromètre Baumé.	RENDEMENT alcoolique pour 100 kil. en litres.	RENDEMENT alcoolique après traitement calcique en litres.	SUCRE total pour 100.	SUCRE cristallisable pour 100.	SUCRE incristallisable pour 100.	TITRE alcalimétrique soluble pour 100 gr.	TITRE alcalimétrique insoluble pour 100 gr.
	Mélasses des raffineries de sucres bruts de cannes.								
26	Nantes, Saint-Omer et Barré	43°	39	15	70,90	27,27	43,63	10°	17°
27	— Thibaut et Pondereau	42°	39	20	70,90	36,36	34,54	16°	23°
28	— Gayet et Flavigny	42°	39	13	70,90	23,63	47,27	14°	20°
29	— Saint-Etienne et Say	43°	39	10	70,90	18,18	52,72	17°	24°
30	— Cornillier et Thénard	42°	36	21	65,45	38,18	27,27	15°	18°
31	Bordeaux, n° 1	41°	36	15	65,45	27,27	38,18	18°	12°
32	— n° 2	44°	32	17	58,18	30,90	27,28	20°	8°
33	— n° 3	44°	35	15	63,63	27,27	36,36	28°	16°
34	— n° 4	42°,5	39	15	70,90	27,27	43,63	14°	24°

35	— nº 5	42º,5	37	18	67,27	32,72	34,55	21º	13º
36	Marseille, nº 1	43º	36	16	65,45	29,09	36,36	18º	28º
37	— nº 2	45º	31	16	56,36	29,09	27,27	22º	36º
38	— nº 3	44º	33	14	60,00	25,45	34,55	19º	14º
39	— nº 4	44º	32	15	58,18	27,27	30,91	20º	14º
40	Paris, Say	43º	37	17	67,27	30,90	36,37	13º	10º
41	— Gruyère	42º	36	16	65,45	29,09	36,36	11º	12º
42	— Feray	44º	33	19	60,00	34,54	25,46	14º	25º
43	— Bayvet	45º	38	12	69,00	21,81	47,19	24º	15º
44	— Vᵉ Jouest	44º	39	15	70,90	27,27	43,63	12º	17º
45	— Querucl	44º	38	11	69,00	20,00	49,00	16º	16º
46	— Périer	45º	36	16	65,45	29,09	36,36	12º	20º

D'après les nombres fournis par ces analyses et groupés dans ce tableau, on peut représenter la composition moyenne des différentes mélasses en sucre cristallisable et en sucre incristallisable, et en sels de potasse, de soude et de chaux à acides organiques suivant leur origine par les nombres groupés dans le tableau suivant, n° 2.

TABLEAU N° 2

donnant la composition moyenne des mélasses selon leur origine.

DÉSIGNATION des composants pour 100 gr. de mélasse.	MÉLASSE de fabrique de sucre de betteraves.	MÉLASSE de raffinerie de sucre de betteraves.	MÉLASSE de raffinerie de sucre de betteraves et de cannes mélangés.	MÉLASSE de fabrique de sucre de cannes.	MÉLASSE de raffinerie de sucre de cannes.
Sucre total	46,56	54,78	63,17	66,66	65,79
Sucre cristallisable	46,56	45,50	41,81	35,75	28,22
Sucre incristallisable	0,0	9,33	21,36	30,90	37,56
Titre soluble, potasse et soude.	128°	111°,0	48°,50	12°,00	16°,85
Titre insoluble, chaux	13°,0	13°,4	18°,50	21°,50	18°,19

On voit par les nombres contenus dans ce tableau, que la mélasse de chaque groupe appartenant aux différentes industries qui fabriquent et raffinent le sucre est parfaitement caractérisée par des écarts très grands dans la nature chimique et les quantités relatives de sucre et de sels qui entrent dans sa composition ; ainsi, en ce qui concerne le sucre, la mélasse de fabrique de sucre de betteraves a pour caractère particulier distinctif d'être moins riche en sucre et de ne pas contenir de sucre incristallisable. La mélasse de raffinerie de sucre de betteraves, contient à peu près autant de sucre cristallisable que les mélasses de fabrique, mais elle contient en plus environ 9 p. 100

de sucre incristallisable, excepté une seule, celle de la raffinerie de Valenciennes, qui n'en contient pas.

La mélasse de fabrique et celle de raffinerie de sucre de cannes ont à peu près la même composition. Elles contiennent 20 p. 100 de sucre en plus que la mélasse de fabrique de sucre de betteraves et la moitié de ce sucre s'y trouve à l'état de sucre incristallisable.

La mélasse provenant du raffinage d'un mélange de sucre de betteraves et de cannes participe de la composition en proportions variables du mélange de chacun de ces sucres, et le sucre incristallisable s'y trouve en d'autant plus grande quantité que le sucre brut de cannes prédomine dans le mélange.

Les bases potasse, soude et chaux en combinaison avec des acides végétaux dans la mélasse se retrouvent dans le résidu de l'incinération charbonneuse à l'état de carbonate de potasse et de soude solubles dans l'eau et à l'état de carbonate de chaux insoluble.

En ce qui concerne les sels à base de potasse et de soude à acides organiques, les nombres qui les représentent sont aussi tranchés pour chaque groupe que pour le sucre, mais en sens contraire, c'est-à-dire que les mélasses de fabrique de sucre de betteraves qui contiennent le moins de sucre renferment le plus de sels.

Les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves, qui contiennent plus de sucre que les mélasses brutes de sucrerie, renferment moins de ces sels dans la proportion de 111° en moyenne à 128°.

Les mélasses de fabrique et de raffinerie de sucre de cannes en contiennent des quantités bien moins grandes, dans la proportion, pour les mélasses de fabrique, de 12° à 128°, et pour les mélasses de raffinerie de 16°85 à 111°.

Quant aux mélasses provenant du raffinage du mélange des deux sucres, elles participent de la composition de chacun de ces deux sucres ; la quantité de sels y est moindre que dans la mélasse de raffinerie de sucre de betteraves, et plus grande que dans les mélasses de raf-

finerie de sucre de cannes, dans la proportion, pour les premières, de 18°5 à 11°, et, dans les secondes, de 18°5 à 16°85.

On peut même, à l'aide de ces nombres, déterminer approximativement la quantité de chacun de ces deux sucres, qui sont entrés dans le mélange mis au raffinage.

Quant aux sels de chaux à acides organiques, leur quantité est relativement très faible par rapport aux sels de potasse et de soude dans les mélasses de fabrique et de raffinerie de sucre de betteraves, et plus forte que les sels de potasse et de soude dans les mélasses de fabrique et de raffinerie de sucre de cannes.

Tels sont les faits rigoureusement établis par l'analyse des diverses mélasses, exécutée dans le commencement de l'année 1844.

De nouvelles et nombreuses analyses faites par nous depuis cette époque jusqu'en 1850, et que nous croyons inutile de faire figurer dans le tableau ci-dessus, ont établi que pendant cette période du travail des sucres, en sucrerie comme en raffinerie, la composition des mélasses en sucre cristallisable, en sucre incristallisable et en sels ne s'était pas sensiblement modifiée.

Le fait saillant, mis en relief par ces analyses, est l'absence de sucre incristallisable, d'une manière absolue, dans la fabrication du sucre de betteraves, démontrée par un procédé d'analyse qui ne pouvait alors, comme aujourd'hui, laisser le moindre doute sur le résultat.

Conclusion : *Pendant l'époque comprise entre les années* 1840 *et* 1850, *il ne se produisait pas de glucose ou sucre incristallisable dans la fabrication du sucre de betteraves, tandis qu'il s'en produisait dans le raffinage des mêmes sucres, excepté dans une seule raffinerie, celle de Numa Grar, à Valenciennes.*

Il se formait également du glucose dans la fabrication et le raffinage des sucres de cannes.

3e ÉPOQUE

DE 1850 A 1865.

CHAPITRE III.

Étude historique, chimique et industrielle des sirops et mélasses produits par les procédés employés dans la fabrication du sucre de betteraves, caractérisés par l'emploi de la chaux à la défécation à plus haute dose et par la saturation de l'excès de chaux par l'acide carbonique dit procédé Rousseau.

J'ai fait connaître, dans le chapitre précédent, la composition chimique des différentes mélasses produites dans la fabrication et le raffinage des sucres de betteraves et de cannes, au point de vue de leur composition chimique en sucre cristallisable, incristallisable et en sels à acides végétaux à base de potasse, de soude et de chaux, pendant la période de 1840 à 1850.

Diverses occupations étrangères à la fabrication du sucre m'obligèrent à suspendre cette étude, mais sans cesser de me préoccuper des problèmes que mes premiers travaux, faits en collaboration avec Dubrunfaut, pouvaient suggérer.

En 1862, diverses circonstances m'amenèrent à suivre la fabrication dans la sucrerie de Francières, alors dirigée par M. Jules Cuisinier.

Mon premier soin fut d'étudier la fabrication au point de vue des altérations qui pouvaient se produire dans les liquides sucrés en cours des opérations, et, résultat singulier, inattendu, là où, 12 à 15 ans auparavant, nous n'avions rencontré aucune trace de sucre incristallisable, il s'en trouvait alors non seulement dans la mélasse, mais même dans les produits en cours de travail, et cela dans

un grand nombre de fabriques de sucre de betteraves de cette époque.

Quelles pouvaient être les causes de cette différence?

En étudiant les procédés de fabrication généralement employés en 1862, et en les comparant aux procédés employés de 1840 à 1850, il fut facile de reconnaître qu'il s'était introduit dans ces procédés d'importantes modifications, et entre autres l'emploi de l'acide carbonique dans le jus déféqué par un excès de chaux.

En 1849, le 17 août, MM. Rousseau frères avaient pris un brevet d'invention, ayant pour titre : « *Un nou-* « *veau mode de fabrication du sucre, reposant sur* « *des principes nouveaux de purification des jus su-* « *crés* » (1).

« Ce procédé repose (suivant le texte du brevet) sur le « traitement des jus sucrés, quelle qu'en soit l'origine, « sirops, mélasses de cannes ou de betteraves, par une « quantité convenable de chaux caustique, hydratée, de « manière à former une combinaison soluble avec la « totalité du sucre, en précipitant les matières étrangères « et colorantes, et à détruire ensuite cette combinaison « par un courant d'acide carbonique.

« L'opération se conduit de la manière suivante ; soit « pris pour exemple le jus de betteraves :

« Le jus étant obtenu, on y mêle une quantité de lait « de chaux, qui varie selon sa nature, mais suffisante « pour s'unir à la totalité du sucre.

« On élève la température du mélange vers 80°, avec « la précaution de ne point le faire bouillir, on filtre, puis, « dans cette liqueur ainsi filtrée, on fait passer un cou- « rant d'acide carbonique qui, en s'unissant à la chaux, « forme un carbonate insoluble, lequel, en se précipitant, « achève la décoloration du jus.

« Par ce procédé, le jus est complètement décoloré « sans qu'on ait besoin de recourir à l'emploi du noir

(1) Rousseau frères, brevet d'invention de 15 ans, n° 8766, 17 août 1849, *Sucrerie indigène*, tome III, p. 364, année 1869.

« animal, et il n'éprouve aucune coloration par l'ébulli-
« tion. »

Le procédé Rousseau devait avoir pour résultat, selon les inventeurs, une épuration suffisante pour produire, avec le jus de betteraves, du sucre en pains directement, aussi pur que le sucre raffiné ordinaire.

Ce résultat fut difficile, sinon impossible à obtenir, et après de nombreux essais, ce but fut abandonné.

Un des avantages plus facilement appréciable du procédé Rousseau fut la décoloration à peu près complète du jus de betteraves, ainsi déféqué et saturé, et, par suite, une réduction considérable dans l'emploi si onéreux du noir animal en grain, et surtout du noir neuf pour faire arriver les sirops à la cuite.

Ces avantages étaient assez grands pour décider un grand nombre de fabricants à adopter le procédé Rousseau, exploité par la maison Cail, qui contribua puissamment à son développement rapide.

En 1862, époque à laquelle je reprenais mes études interrompues depuis 1850, sur les altérations du sucre dans les opérations de la fabrication, le procédé Rousseau était appliqué en France dans le plus grand nombre de sucreries de betteraves.

Dans l'application de ce procédé, la difficulté de cuite avait facilement disparu avec une saturation suffisante par l'acide carbonique; mais survint une autre difficulté à peu près inconnue jusque-là; dans certains cas, les masses cuites en cristallisation éprouvaient une espèce de fermentation, qui produisait une mousse abondante qui débordait des cristallisoirs, sans qu'il fût possible de l'arrêter.

Quelquefois cette fermentation se produisait dans les premiers jets aussitôt la cuite achevée et aussitôt la sortie de l'appareil à cuire à air libre, d'autres fois elle ne se produisait que dans les masses cuites de deuxième à troisième jet.

Toutes les fois que cette fermentation avait lieu dans les masses cuites, le rendement en sucre était toujours

réduit souvent dans une grande proportion, la cristallisation plus confuse, le sucre obtenu moins sec et moins nerveux, le sirop n'était plus alcalin, devenait acide et contenait du glucose.

Il n'y avait de différence entre la méthode de fabrication de 1840 à 1850 et celle de 1862, par le procédé Rousseau, que, dans la première méthode, l'évaporation jusqu'à la cuite se faisait avec des jus et sirops très alcalins, contenant des alcalis à l'état caustique, tandis qu'avec le procédé Rousseau l'évaporation et la cuite se faisaient avec des jus et sirops ne contenant pas d'alcali caustique.

Le remède à ce mal devait être dans une saturation incomplète du jus, mais alors réapparaissait dans beaucoup de cas, la difficulté de cuite, de telle sorte que la fabrication basée sur la saturation Rousseau avait alors à lutter et contre la difficulté de cuite et contre la fermentation.

Ces difficultés devinrent tellement générales dans la campagne de 1863 à 1864, que je pus en faire une étude spéciale.

Les résultats de cette étude furent consignés dans un mémoire communiqué à l'Académie des sciences, dans la séance du 23 janvier 1865, sous les noms de MM. Leplay et J. Cuisinier.

Les conclusions de ce travail furent publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (1) et dans le *Journal des fabricants de sucre* (2), mais pour des raisons particulières le mémoire ne fut pas publié.

Aujourd'hui que la même raison n'existe plus, je remplis cette lacune, en le publiant ici textuellement, tel qu'il a été déposé et tel qu'il doit se trouver dans les archives de l'Académie des sciences.

Les questions qui y sont étudiées et résolues ont été

(1) H. Leplay et J. Cuisinier, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome LX, p. 221, janvier 1865.

(2) H. Leplay et J. Cuisinier, *Journal des Fabricants de sucre*, année 1865.

si peu étudiées jusqu'à présent et sont encore si neuves que ce travail n'a rien perdu de son originalité, je dirai même de son à-propos, car quoique le procédé Rousseau ne soit plus employé, ou ait été profondément modifié, les inconvénients qu'il a amenés avec lui dans la fabrication du sucre lui survivent, et sont aussi vivants avec le procédé de la défécation trouble et de la double carbonatation de MM. Perier et Passoz, que dans le procédé Rousseau, ce qui sera démontré dans les chapitres suivants.

§ 1.

MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES DANS LA SÉANCE DU 23 JANVIER 1865, ayant pour titre : « SUR LES DIFFICULTÉS GÉNÉRALEMENT SIGNALÉES DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES, PENDANT LA CAMPAGNE DE 1863 A 1864, DÉSIGNÉES EN FABRICATION SOUS LE NOM DE FERMENTATION ET DE CUITE DIFFICILE, ET MOYENS DE LES ÉVITER », par MM. LEPLAY et CUISINIER.

Le travail manufacturier de la fabrication du sucre de betteraves a présenté dans la campagne de 1863 à 1864, des difficultés qui ont pris un caractère de généralité qui ne s'était point encore produit.

Les plaintes des fabricants ont été générales, non seulement en France, mais encore dans d'autres pays de production de sucre de betteraves.

Les journaux spéciaux se sont faits l'écho de ces plaintes et plusieurs communications ont été faites aux sociétés savantes dans le but d'en rechercher les causes (1).

On attribue généralement ces difficultés aux conditions particulières dans lesquelles ont végété les betteraves employées dans cette campagne ; soumises à une sécheresse prolongée avant leur entier développement, les betteraves ont pris, dès le commencement d'août, les ca-

(1) Société centrale d'Agriculture, De Vogué, Bella, Corenwinder, Payen, Barral, *Journal d'Agriculture pratique*, 28e année, t. Ier, p. 66, année 1864.

ractères d'une maturité précoce; ces caractères ont rapidement disparu sous l'influence des premières pluies tombées du 15 au 20 août, pour faire place à une deuxième végétation qui a développé de nouvelles feuilles qui n'étaient point encore arrivées à leur entier développement au moment de l'arrachage vers la fin de septembre.

Ces circonstances exceptionnelles nous ont permis de faire une étude spéciale et complète dans la fabrique même, de ces questions qui ne sont pas nouvelles pour nous, que nous étudions depuis longtemps et sur lesquelles nous avons recueilli de nombreuses observations pratiques.

Nous avons dit que ces difficultés, désignées sous le nom d'évaporation difficile, de cuite impossible, de fermentation, n'étaient pas nouvelles dans la fabrication du sucre de betteraves.

Chaque fabricant les a rencontrées plus ou moins souvent dans son travail, et l'on peut même dire que ses efforts constants ont pour but de les éviter.

Ce sont deux écueils placés de chaque côté du chemin qu'il doit suivre; en cherchant à éviter le premier, il tombe souvent dans le second : quelquefois le chemin est large et il ne les aperçoit même pas; d'autres fois aussi comme l'année dernière, il est tellement étroit qu'il ne peut les éviter.

Alors les opérations se trouvent entravées dans leur marche régulière.

Il y a perte de temps et de combustible souvent considérables, et le sucre fabriqué est diminué en quantité et en qualité.

On attribue généralement ces accidents dans la fabrication à la mauvaise qualité des betteraves (betteraves creuses, bouteuses); à la nature du terrain où elles ont végété (sol trop argileux, sol tourbeux, terres noires), à la nature des récoltes qui ont précédé la betterave (luzerne défrichée); à la nature des engrais employés (pacage des moutons, engrais pulvérulent, guano) ; à l'altération de la

betterave pendant sa conservation en silos (échauffement, végétation).

Enfin, comme nous l'avons déjà dit, à l'effet d'une deuxième végétation des betteraves sous l'influence des pluies tardives après une sécheresse prolongée.

Le fabricant de sucre de betteraves se trouve donc exposé à rencontrer des difficultés qui entravent ses opérations, qu'il ne peut souvent empêcher et auxquelles il ne lui est pas toujours possible de remédier.

Prévoir ces difficultés, mauvaise cuite ou fermentation, ou les empêcher de se produire ;

Les empêcher de se renouveler quand elles se produisent ;

En diminuer le mauvais effet lorsqu'on n'a pu parvenir à les empêcher ;

Tel est le but essentiel du fabricant de sucre.

Dégagée de ces deux difficultés, la fabrication suit une marche régulière dans de bonnes conditions économiques qui en assurent le résultat définitif.

Nous allons préciser les caractères que présentent ces deux difficultés. La première, *difficulté de cuite*, se rencontre pendant la cuite des sirops. Les surfaces métalliques des doubles fonds et des serpentins métalliques au moyen desquels s'opère la cuite, se recouvrent d'une petite pellicule à peine visible qui empêche la transmission de la chaleur du métal au sirop. Le sirop cesse de bouillir, son degré aréométrique ne change plus, et il devient impossible de le concentrer jusqu'au point de cuite. Les sirops qui présentent ces inconvénients donnent toujours un rendement en sucre moins élevé.

La deuxième difficulté, désignée sous le nom *de fermentation*, se manifeste souvent aussitôt que la cuite est terminée et coulée dans le rafraîchissoir, lorsque le sirop se trouve encore à une température de 100° et même à une température supérieure à 100° : alors le sirop cuit se trouble et devient comme laiteux ; il se recouvre d'une mousse épaisse, jaunâtre à la surface, le volume du sirop

augmente au point quelquefois de déborder des vases qui le renferment; on dit alors en fabrication que *la cuite tourne*.

Dans certains sirops cette difficulté se manifeste même avant la cuite, pendant la concentration des jus à 25° Baumé. Les sirops montent facilement : on dit alors en terme de cuiseur que les jus sont *sauvages* et que les masses cuites donneront la fermentation.

D'autres fois, ce phénomène n'apparaît que pendant le refroidissement et la cristallisation du sirop; il se forme dans les bacs de cristallisation, au-dessus de la couche supérieure de la masse cuite, une mousse très épaisse dont le volume va sans cesse en augmentant et qui oblige à un transvasement partiel pour éviter l'écoulement du sirop dans l'atelier.

Ces effets sont dus au dégagement abondant d'un gaz qui prend naissance dans la masse du sirop et qui entraîne en se dégageant, sous forme d'écume une partie du sirop même.

Quelquefois ce dégagement est très faible et n'a lieu qu'après la cristallisation, et il s'élève du sein de la masse cristallisée quelques bulles qui répandent une odeur particulière que l'on désigne sous le nom d'odeur de raffinerie.

D'autres fois, la masse de matière cristallisée se gonfle et ne présente plus une surface lisse au-dessus du cristallisoir ; on dit alors que « le sirop pousse ».

Les sirops qui présentent ces différents caractères sont généralement visqueux et donnent un sucre gras, sans grain, pâteux, se purgeant mal, en cristaux très fins, d'une nuance inférieure et en moins grande quantité.

Les qualités inférieures du sucre sont d'autant plus prononcées que le dégagement du gaz a paru plus abondant.

Tout ce qui a été écrit jusqu'à présent jette peu de lumière sur ces questions ; mais il existe dans la pratique de la fabrication du sucre, chez les contre-maîtres rompus à la pratique de cette industrie, un certain nombre

d'observations passées à l'état d'axiomes qui peuvent guider la pratique, et dont le jeune fabricant souvent ne tient pas assez compte sans doute parce qu'il n'en a pas l'explication.

Nous les résumons brièvement ici :

1° Pendant tout le cours de la fabrication, les jus et sirops doivent toujours être alcalins, autrement les sirops cuits présentent les caractères de la fermentation ;

2° Ne pas mettre trop de chaux à la défécation : autrement, la cuite sera impossible ;

3° Faire passer très rapidement les jus et sirops à travers le noir, c'est-à-dire filtrer rapidement : autrement, fermentation dans les bacs de cristallisation ;

4° Éviter l'emploi exclusif du noir neuf : autrement fermentation rapide dans les sirops cuits ;

5° Éviter l'emploi de l'acide chlorhydrique dans le travail du noir : autrement, fermentation dans les sirops cuits ;

6° Éviter de commencer et de finir tous les filtres à noir en même temps : autrement, fermentation au début, mauvaise cuite à la fin ;

7° Éviter de faire arriver trop de lavages de filtres dans le travail : autrement, fermentation dans les sirops cuits ;

8° Dans les établissements qui traitent les jus par l'acide carbonique, éviter la saturation complète : autrement, fermentation dans les sirops cuits ;

9° Quand la fermentation se présente dans les sirops cuits, l'éviter dans le travail suivant, en ajoutant plus de chaux à la défécation ou un lait de chaux dans les jus déféqués avant ou après la filtration, ou pendant l'évaporation, ou même pendant la cuite ;

10° Quand les difficultés de cuite apparaissent, employer de la graisse, du beurre, du suif, du savon, même de l'acide sulfurique ou hydrochlorique, et dans le travail suivant, pour les prévenir, du noir neuf en grain dans la filtration des sirops, dans la proportion de 5, 10 et même 15 p. 100 de la quantité de noir employé à cette filtration.

Telles sont les règles générales qui servent le plus

souvent de guide pratique au fabricant de sucre dans ses diverses opérations, à l'aide desquelles il peut souvent conduire sa fabrication, sans rencontrer les deux écueils que nous avons signalés; mais contre lesquels il se heurte trop souvent, quand des circonstances exceptionnelles, comme celles que nous avons citées dans la qualité de la betterave, viennent lui rétrécir le chemin.

Ces données générales, résultat de nombreuses observations et d'une pratique intelligente, n'ont pu suffire et servir de guide à certains esprits plus éclairés qui ont pénétré dans la pratique de la fabrication du sucre. Plusieurs ont eu recours à leurs connaissances chimiques, pour chercher les moyens de déterminer d'une manière plus précise les conditions les plus favorables au succès de la fabrication du sucre.

Au nombre des hommes qui ont mis la science de la chimie au service de la fabrication du sucre, dans le but de déterminer les règles précises qui doivent guider le fabricant, nous devons particulièrement citer, parmi les anciens, Dubrunfaut, un des créateurs de la chimie du sucre et de la fabrication du sucre; Khulmann, professeur de chimie industrielle à Lille; Corenwinder, son élève, ancien professeur de chimie industrielle à Lille, fabricant de sucre à Quesnoy-sur-Deule (Nord); Pezier, pharmacien, ancien professeur de chimie industrielle à Valenciennes.

Quoique les travaux de ces chimistes n'aient été publiés que d'une manière très incomplète, en ce qui concerne la fabrication du sucre, les nombreux élèves qu'ils ont formés ont contribué à les propager, à les divulguer, en les pratiquant dans toutes les usines où ils ont pénétré.

La pratique éclairée des contremaîtres disait: Que tous les liquides sucrés en cours de fabrication soient toujours alcalins, et la fermentation n'aura pas lieu; qu'ils ne soient pas trop alcalins, et les difficultés d'évaporation et de cuite n'apparaîtront pas, ou n'apparaîtront que rarement.

Pezier et Corenwinder ont voulu aller plus loin; ils

ont voulu déterminer par des analyses chimiques, faciles et rapides, les quantités d'alcali qu'il fallait conserver dans les liquides sucrés aux différentes périodes de la fabrication, pour éviter d'une manière certaine ces deux écueils : la cuite difficile et la fermentation dans les sirops cuits.

Les moyens employés consistent à doser l'alcali dans les liquides sucrés en cours de fabrication, au moyen de liqueurs acides titrées.

Le travail de la fabrication du sucre avec la betterave s'opérera, selon les prescriptions de Corenwinder, que nous avons sous les yeux :

1° Toutes les fois que le jus déféqué contiendra une quantité d'alcali libre par litre, susceptible de saturer 3gr,50 à 3gr,75 d'acide sulfurique à 66°;

2° Que le jus déféqué, après saturation de l'acide carbonique, saturera de 1gr,60 à 2 grammes d'acide sulfurique par litre;

3° Que le jus filtré sur le noir saturera de 1gr,20 à 1gr,50 d'acide sulfurique par litre;

4° Que le jus évaporé à l'état de sirop à 25° saturera de 2gr,50 à 3 grammes d'acide sulfurique par litre;

5° Que ce même sirop, filtré à travers le noir animal, saturera de 2 grammes à 2gr,50 d'acide sulfurique par litre.

Ces liquides sucrés, maintenus dans ces conditions, ne présenteront aucune des deux difficultés de la cuite et de la fermentation, et donneront toujours du sucre, au maximum de quantité et de qualité.

Ces données admises, il ne suffit plus, pour régler le travail de la fabrication et le placer dans des conditions normales, que d'essayer de temps en temps les jus et sirops en cours de fabrication; de déterminer, à l'aide de liqueurs titrées, la quantité d'alcali libre qu'ils contiennent, de la rapprocher de celle indiquée par un travail normal pour en conclure les modifications que l'on doit apporter au travail pour le remettre en bon état, et

éviter l'un et l'autre des inconvénients que nous avons indiqués.

Si l'alcali libre dans le jus déféqué sature moins de 3gr,50 par litre, il faudra augmenter la dose de chaux à la défécation. Il faut réduire cette quantité, si cet alcali sature plus de 4 grammes d'acide sulfurique par litre de jus.

Si l'alcali libre dans le jus traité par l'acide carbonique sature plus de 2 grammes d'acide sulfurique par litre, c'est que l'action de l'acide carbonique (saturation) n'a pas été poussée assez loin ; s'il sature moins de 1gr,60, c'est que la saturation a été poussée trop loin.

Alors on ajoute un lait de chaux dans le jus saturé.

Si l'alcali libre dans le jus qui a passé sur les filtres à noir en grain sature plus de 1gr,50 d'acide sulfurique par litre, c'est que le noir animal est usé, qu'il n'absorbe plus en suffisante quantité. Il doit être revivifié.

Si, au contraire, l'alcali libre n'est pas suffisant pour saturer 1gr,20 d'acide sulfurique par litre, c'est que le noir est trop absorbant. On ajoute un lait de chaux dans la partie supérieure du filtre.

Si, après l'évaporation du jus à l'état de sirop, la quantité d'alcali libre sature plus de 3 grammes d'acide par litre, il faut rendre le noir plus absorbant, autrement la cuite serait difficile.

Si cette quantité était moindre de 2gr,50, ou il faudrait rendre le noir moins absorbant, ou il faudrait ajouter de la chaux au sirop, soit pendant l'évaporation, soit pendant la filtration.

Enfin, si le sirop filtré saturait avant la cuite plus de 2gr,50 d'acide par litre, la cuite pourrait se faire difficilement, et alors il faudrait augmenter dans le travail suivant le pouvoir absorbant du noir revivifié en le mélangeant de noir neuf.

Si la quantité d'acide nécessaire pour saturer l'alcali était inférieure à 2 grammes, il pourrait y avoir fermentation après la cuite ; alors, pour l'éviter, il faudrait ajouter un lait de chaux pendant la cuite.

Cette méthode de régler le travail ne laisserait rien à

désirer, si l'on pouvait réaliser ces données précises d'une manière certaine, et si rien ne venait troubler les nombres relatifs, qui font la base d'une bonne fabrication. Mais, malheureusement, il n'en est pas ainsi, et il arrive souvent, et très souvent, que l'harmonie de ces nombres se détruit tout d'un coup, sans qu'on puisse le prévoir, sans qu'on puisse s'en apercevoir, sans qu'on puisse le prévenir autrement que par des analyses répétées à chaque instant de la journée.

En effet, il arrive souvent qu'à des heures différentes, dans la même journée, une même quantité de chaux employée dans un même volume de jus de betteraves pour opérer la défécation, a laissé, après la défécation dans le jus déféqué du matin, une quantité d'alcali libre pouvant saturer 3gr,80 d'acide sulfurique, et dans le jus obtenu quelques heures plus tard, seulement 2gr,50.

Il arrive également que le jus, après la filtration au noir animal en grain, quoique l'alcali libre y soit à l'état normal, donne, après une évaporation, des sirops qui saturent 5 grammes d'acide par litre, au lieu de 2gr,50 qu'il devrait contenir, tandis que d'autres sirops ne saturent que 1 gramme et quelquefois même sont complètement neutres.

A ces variations continuelles qui paraissent provenir de la variabilité de composition du jus de betteraves lui-même, il faut encore ajouter celles qui peuvent provenir de la saturation trop faible ou trop forte, d'une action du noir, trop ou trop peu énergique.

Ces variations continuelles entraînent nécessairement à de nombreuses analyses de tous les liquides sucrés en cours de fabrication, à chaque moment de la journée, et ce n'est que guidé par les nombres qu'elles fournissent que le fabricant ou le contre-maître peut régler un travail de manière à éviter les deux inconvénients de la mauvaise cuite et de la fermentation.

C'est là un des grands inconvénients de cette méthode, et la cause qui l'empêche de se généraliser dans la fabrication du sucre.

En présence de cette insuffisance des moyens connus d'empêcher avec certitude ces deux difficultés, mauvaise cuite et fermentation, de se produire en cours de fabrication, nous avons résolu de les soumettre à une nouvelle étude, ayant surtout pour but d'en reconnaître les causes et de chercher les moyens d'en éviter les effets et les conséquences.

Les premières notions pratiques que nous avons eues sur la fabrication du sucre de betteraves, recueillies dans de nombreuses conversations, avec Dubrunfaut par l'un de nous (Leplay), de 1835 à 1852, admettaient comme première nécessité de la fabrication du sucre : le travail alcalin.

Toutes les données pratiques que nous avons recueillies depuis cette époque sont toutes venues confirmer la nécessité du travail alcalin.

Les données analytiques indiquées par M. Corenwinder, pour guider la fabrication du sucre dans une voie sûre, ont toutes pour but de conserver aux jus et sirops en cours de fabrication une certaine alcalinité, sans laquelle le travail ne donne que de mauvais résultats.

Il est donc reconnu que les meilleures conditions à réaliser dans la fabrication du sucre de betteraves est le travail alcalin.

Tel est notre point de départ dans l'étude nouvelle que nous avons entreprise, et l'une des premières questions que nous nous sommes posées est celle-ci :

Pourquoi tous les liquides sucrés, jus et sirops en cours de fabrication, doivent-ils être toujours et constamment alcalins ?

La pratique répond : pour éviter la fermentation. Mais alors comment l'alcali évite-il la fermentation ? Est-ce seulement par sa présence ?

On sait, en effet, que la présence des alcalis libres empêche la fermentation alcoolique ; mais le dégagement très abondant du gaz qui se produit au milieu d'un sirop cuit à 44° bouillant, alors que la température est

encore à plus de 100°, peut-il être assimilé à la fermentation alcoolique qui ne peut se produire dans ces conditions?

Le dégagement de gaz qui se produit, ou qui continue à se produire également dans le sirop refroidi, peut-il être assimilé à la fermentation alcoolique, alors que la fermentation ne se produit pas dans un sirop d'une densité semblable? De plus, nous avons constaté, à plusieurs reprises, que ce dégagement de gaz prenait naissance dans des sirops alcalins.

Nous l'avons vu se développant dans des sirops cuits, qui contenaient 2 grammes d'alcali par litre, et nous avons vu des sirops cuits ne contenant que 1 gramme d'alcali et même complètement neutres, ne pas présenter ce phénomène de fermentation.

Nous avons, en outre, cherché à constater la présence de l'alcool dans les sirops dits en fermentation, sans y réussir.

Nous avons remarqué également que la densité du sirop dans lequel se développe ce phénomène ne change pas.

Cependant, nous avons constaté que ce gaz qui se dégage dans les sirops, soit immédiatement après la cuite, soit après le refroidissement, est de l'acide carbonique pur sans autre mélange de gaz.

Mais s'il y a identité entre le gaz produit dans cette circonstance et le gaz acide carbonique dégagé par la fermentation alcoolique, on est obligé de reconnaître que c'est là le seul point de ressemblance que présentent ces deux phénomènes chimiques, et que le mot de fermentation, pris dans le sens de la transformation du sucre en alcool, employé pour caractériser le dégagement de gaz qui se produit dans les sirops cuits, est un mot impropre qui donne une idée fausse du phénomène, de sa cause, de ses effets et des moyens de l'éviter.

Quelle est donc la cause de ce dégagement de gaz?

Quelle est la matière contenue dans le sirop qui lui donne naissance?

Comment l'alcali maintenu dans les jus et sirops en cours de fabrication peut-il l'empêcher?

A quelle époque la présence de cet alcali est-elle la plus utile?

Telles sont les différentes questions que nous nous sommes posées et que nous avons cherché à résoudre.

Nous avons vu que ce dégagement rapide de gaz ne pouvait être assimilé à la fermentation alcoolique. Il ne peut donc être que le résultat d'une décomposition spontanée produite au sein de la masse cuite.

Le premier effet apparent produit dans le sirop par ce dégagement de gaz, est la saturation complète de la petite quantité d'alcali libre, qui est transformé en carbonate et en bicarbonate.

Après quelques jours, le carbonate disparaît et le sirop devient d'abord légèrement acide; puis, le phénomène continuant, l'acidité augmente, et alors on commence à constater la présence du sucre incristallisable qui n'existait pas dans le sirop au début du dégagement de gaz, et qui n'apparaît que quand il acquiert une réaction franchement acide.

De nombreuses constatations saccharimétriques nous portent à conclure que le sucre n'éprouve aucune altération, ni réduction dans la quantité, tant que le sirop ne devient pas acide. La matière qui entre ainsi en décomposition et qui fournit le gaz acide carbonique qui se dégage, ne nous paraît donc pas être le sucre.

Nous avons alors pensé que cette matière qui entre ainsi en décomposition pourrait bien être due à une matière étrangère au sucre qui aurait échappé aux moyens d'épuration employés, et qui échapperait surtout toutes les fois que l'on ne conserverait pas, dans les jus et sirops, une quantité suffisante d'alcali libre.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons cherché à déterminer avec exactitude l'action des alcalis sur les liquides sucrés aux différentes époques de la fabrication.

Nous avons vu, d'après les observations de Coren-

winder, que pour que le jus de betteraves ait subi une bonne défécation, il doit contenir une quantité d'alcali libre par litre, susceptible de saturer $3^{gr},50$ à 4 grammes d'acide sulfurique monohydrate.

Quand on examine la nature de l'alcali libre contenu dans le jus déféqué, on trouve qu'il se compose de quantités très variables :

1° De chaux employée en excès ;

2° D'ammoniaque provenant de la décomposion de sels ammoniacaux par la chaux ;

3° De potasse et de soude libres, provenant de la décomposition par la chaux de sels de potasse et de soude contenus dans la betterave, dont l'acide est susceptible de donner un sel insoluble avec la chaux.

Dans la fabrication ordinaire, les jus ainsi composés sont, avant toute opération, soumis, soit à une filtration sur le noir animal en grain, et ensuite à la concentration, soit à la saturation par l'acide carbonique, puis à la filtration sur le noir animal, puis à l'évaporation.

Que se passe-t-il dans ces diverses opérations, considérées au point de vue de l'alcali libre, primitivement contenu dans le jus déféqué ?

La chaux est d'abord précipitée par l'acide carbonique, ou absorbée par le noir animal.

L'ammoniaque ou le carbonate d'ammoniaque, qui s'est produit par la saturation, ou est absorbé par le noir animal, ou est volatilisé pendant la concentration du jus filtré.

La potasse et la soude, à l'état caustique, constituent donc en grande partie l'alcali libre, qui résiste au traitement de l'acide carbonique à la filtration, au noir animal, et à l'évaporation du jus.

Tel est l'état normal de la fabrication. Mais si la saturation par l'acide carbonique et si l'action absorbante du noir sur le jus ont été complétes, ces alcalis eux-mêmes sont carbonatés et absorbés par le noir animal. La concentration s'est produite en présence de jus contenant une moins grande quantité d'alcalis caustiques, la fabrica-

tion ne s'exécute plus dans son état normal, et la conséquence à peu près certaine de ce travail, c'est la fermentation dans le sirop cuit.

Ce simple rapprochement des observations faites dans les opérations de l'atelier semblerait indiquer que les alcalis caustiques, potasse et soude, jouent un rôle important pendant l'évaporation des jus et que c'est peut-être à cette action que l'on doit attribuer l'effet utile des alcalis pour empêcher la fermention.

L'examen de ce qui se passe dans l'évaporation des jus déféqués, saturés et filtrés, semble également confirmer la nécessité de la présence de l'alcali pendant cette évaporation.

Nous avons dit que, dans l'état normal d'une bonne fabrication, ce jus devait contenir en moyenne 1gr,50 d'alcali libre.

Ce jus qui marque environ 5° Baumé est évaporé ordinairement jusqu'à ce qu'il marque 25° à 28° Baumé. Par cette évaporation, il se réduit à environ un cinquième de son volume primitif, c'est-à-dire que 100 litres de jus évaporé donnent environ 20 litres de sirop.

Or le jus, avant l'évaporation, contenait par litre une quantité d'alcali susceptible de saturer 1gr,50 d'acide sulfurique ; il doit contenir après l'évaporation 1gr,5 multiplié par 5, c'est-à-dire 7gr,50.

Or, il arrive quelquefois qu'il ne contient que 2gr,50 à 3 grammes d'alcali et alors le travail est dans son état normal et ne laisse prévoir aucune altération dans le sirop cuit ; mais quelquefois aussi il ne reste que 1 gramme d'alcali, ou même quelques centigrammes, et quelquefois même le sirop à 25° est neutre.

Dans ce cas, le travail est tout à fait anormal, et la fermentation dans les sirops cuits est presque certaine.

Tout l'alcali a disparu par l'ébullition, parce qu'il n'y avait pas de potasse ou de soude libre en suffisante quantité dans ce jus déféqué.

Si la potasse ou la soude libre sont utiles pendant l'éva-

poration du jus, pour empêcher une fermentation ultérieure.

S'il est des cas où ces alcalis peuvent ne pas exister ou ne pas être en suffisante quantité dans le jus soumis à l'évaporation, nous nous demandons s'il n'est pas nécessaire d'en ajouter, et si cette addition ne préviendrait pas d'une manière certaine les altérations ultérieures dans le sirop cuit.

Cette conclusion qui ressort forcément des faits observés assidûment dans les travaux de l'atelier, ne peut être admise sans nouvel examen surtout en présence de l'opinion généralement reçue que ce sont surtout les sels de potasse et de soude, qui empêchent la cristallisation du sucre dans la mélasse.

Avant de l'admettre nous-même et de la faire passer dans la pratique, nous avons voulu nous rendre compte, par des expériences directes, des effets qui se produisent pendant l'évaporation du jus de betteraves, en présence des alcalis.

Expériences sur l'action des alcalis libres, à l'état caustique sur le jus de betteraves déféqué.

1re *expérience*, 23 *octobre* 1863.

10 hectolitres d'un jus déféqué contenant une quantité d'alcali libre, c'est-à-dire à l'état caustique, susceptible de saturer 3gr,30 d'acide sulfurique par litre d'une densité de 5° Baumé pris à 15° + ont été soumis à l'ébullition dans une chaudière ordinaire de saturation; quelques minutes après le commencement de l'ébullition, le jus s'est troublé, il s'est formé un produit insoluble dans le jus qui est resté en suspension et il s'est dégagé en même temps une forte odeur d'ammoniaque.

Ce jus, après une demi-heure d'ébullition, était réduit à environ moitié de son volume primitif, marquant au pèse-sirop Baumé 10°, et titrait par litre 4gr,30.

Ramené à son volume primitif, il titrait seulement

2gr,15; il y avait donc de disparu en titre alcali 1gr,15 par litre.

Le jus avait perdu par cette seule ébullition 34 p. 100 de son titre primitif.

Il s'était formé un abondant dépôt beaucoup plus coloré que le jus, composé en grande partie de carbonate de chaux.

2e *expérience* 29 *octobre* 1863.

Même expérience faite sur le jus déféqué.

Ébullition dans une chaudière de défécation en prélevant un échantillon de cinq minutes en cinq minutes, pour en constater la densité au densimètre de Gay-Lussac et le titre alcali.

Les résultats de cette expérience sont consignés dans le tableau suivant :

TEMPS d'ébullition.	DENSITÉ Gay-Lussac.	TITRE alcali SO^3 HO.	TEMPS d'ébullition.	DENSITÉ Gay-Lussac.	TITRE alcali SO^3 HO.
		grammes.			grammes.
Avant, à froid..	1035	4,30	Après 35'......	1035	5,30
A l'ébullition...	1018	4,20	Après 40'......	1045	5,70
Après 5'.......	1015	4,00	Après 45'......	1054	6,50
Après 10'......	1019	3,80	A froid........	1080	
Après 15'......	1020	4,00	Ramené à la densité primitive, titre trouble..	1035	3,20
Après 20'......	1024	4,30	Le même filtré..		2,60
Après 25'......	1025	4,60			
Après 30'......	1030	4,90			

Le titre alcali du jus clair et froid avant l'ébullition était de. 4gr,30

Le titre du jus, après 45 minutes d'ébullition, ramené à sa densité primitive à froid et filtré, était de. 2gr,60

La perte pendant l'ébullition a donc été la différence entre 4gr,30 à 2gr,60, soit. 1gr,70

Le dépôt recueilli faisait une vive effervescence avec les acides et paraissait en grande partie composé de carbonate de chaux ; il était très coloré et donnait à l'eau acidulée une teinte très brune.

Le jus ramené à son volume primitif, examiné au colorimètre, n'était pas sensiblement plus coloré que le jus primitif.

L'effet de l'ébullition sur un jus déféqué réduit à moitié de son volume avant toute espèce de filtration ou de traitement préalable par l'acide carbonique a donc été pour un jus titrant après défécation :

En alcalis libres par litre. 4gr,30
de réduire la dose de ces alcalis libres à. . . . 2gr,60
et, par conséquent, de faire éprouver au jus une perte en alcali libre de 60 p. 100, dont 24 p. 100 environ se trouvent à l'état de carbonate de chaux. Les 36 p. 100 qui manquent ont sans doute été dégagés à l'état d'ammoniaque.

Ces deux expériences établissent que par et pendant l'ébullition jusqu'à réduction d'environ la moitié du volume, le jus déféqué perd environ 60 *p.* 100 *de son titre alcali.*

Qu'une partie de ce titre disparaît à l'état de carbonate de chaux insoluble et à l'état d'ammoniaque.

Qu'il se forme en même temps une matière colorante qui ne reste pas dans le jus, et se trouve entraînée par le carbonate de chaux insoluble.

Que le carbonate de chaux paraît, en outre, entraîner une matière visqueuse de nature azotée.

3e *expérience.*

Nous avons cherché à déterminer la part de l'ammoniaque dans cette perte.

A cet effet, nous avons fait bouillir dans un ballon un demi-litre de jus déféqué jusqu'à réduction de moitié de son volume environ, en recueillant les vapeurs dégagées dans une dissolution acide titrée.

Le jus déféqué employé titrait.	3gr,70
La quantité d'alcali libre pour le demi-litre employé représentait.	1gr,85
Après ébullition, le jus trouble dans le ballon ne titrait plus que.	1gr,17
Il avait donc perdu pour un demi-litre en titre.	0gr,68
La liqueur acide, dans laquelle les vapeurs du ballon ont été reçues librement, titrait avant l'expérience.	5gr,00
Après l'expérience.	4gr,30
L'acide saturé par les vapeurs sorties du ballon était donc de.	0gr,70
Il avait été constaté par l'analyse du jus contenu dans le ballon une perte de.	0gr,68

Les vapeurs alcalines, dégagées à l'état d'ammoniaque et recueillies dans une eau acide, correspondent donc à la perte en titre alcali pendant l'ébullition, moins toutefois la quantité transformée en carbonate de chaux à l'état insoluble dans le jus.

Le dégagement d'une aussi grande quantité d'ammoniaque sous l'influence de l'ébullition du jus déféqué, ne peut provenir, comme on pourrait le penser tout d'abord, de l'action des alcalis fixes sur des sels ammoniacaux contenus dans le jus déféqué. Si, en effet, l'ammoniaque dégagé n'avait que cette origine, les alcalis fixes remplaceraient l'ammoniaque dans les combinaisons salines, et dans aucun cas ils ne pourraient donner naissance à la

grande quantité de carbonate de chaux qui se produit pendant cette ébullition.

Le carbonate de chaux, formé dans ces conditions, ne peut non plus provenir d'une décomposition de sucre, car nous avons reconnu par de nombreuses analyses que la quantité de sucre ne diminuait pas dans ces jus déféqués soumis à l'ébullition.

On ne peut donc comprendre la formation du carbonate de chaux dans de semblables conditions sans admettre la décomposition d'une matière organique azotée sous l'influence de l'ébullition, provoquée, par l'insolubilité du carbonate de chaux qui se précipite, et par la volatilité de l'ammoniaque, entraîné par la vapeur d'eau.

L'ébullition du jus déféqué préalablement à tout traitement de saturation et de filtration est donc un moyen certain d'épuration.

Mais avant de tirer toutes les conséquences pratiques de ce fait important, nous allons résumer dans le tableau suivant les diverses expériences que nous avons faites, semblables à la précédente, en opérant :

1° Sur le jus déféqué ;
2° Sur le jus imparfaitement saturé ;
3° Sur le jus complètement saturé ;
4° Sur le jus saturé et filtré.

Tableau résumant les analyses des différents jus soumis à l'ébullition jusqu'à 50 p. 100 du volume primitif.

NUMÉROS des expériences.	DÉSIGNATION DES LIQUIDES.	TITRE alcali par litre.	TITRE alcali employé.	TITRE alcali dans le jus après ébullition.	TITRE alcali disparu à l'état gazeux.	TITRE recueilli à l'état d'ammoniaque.
		grammes.				
3	Jus déféqué	3,70	1,85	1,17	0,733	0,70
4	Id	3,75	1,875	1,17	0,700	0,68
5	Id	3,80	1,90	1,075	0,825	0,80
6	Jus déféqué avec addition de soude caustique 1,50	»	3,40	2,50	0,900	1,00
7	Jus incomplètement saturé par l'acide carbonique	2,30	1,15	0,535	0,615	0,615
8	Jus complètement saturé par l'acide carbonique	0,75	0,375	0,050	0,315	0,25
9	Id	0,92	0,46	0,125	0,355	0,35
10	Même jus traité par la chaux et filtré	3,70	1,85	1,35	0,550	0,60
11	Même jus déféqué, filtré sur le noir animal	0,84	0,42	0,175	0,245	0,25
12	Même jus avec addition de chaux et filtré	3,10	1,55	1,10	0,450	0,44
13	Même jus avec addition de soude caustique	2,50	1,125	0,640	0,610	0,60

Les nombres groupés dans ce tableau présentent des résultats remarquables, qui doivent être étudiés avec soin.

On peut représenter la quantité d'ammoniaque dégagée pendant l'ébullition de ce jus comme la mesure du degré d'épuration produit par l'ébullition de ces jus.

Les nombres fournis par les jus déféqués représentent cette épuration dans la 3e expérience par. 70
— 4e — 68
— 5e — 80

L'épuration de ce même jus bouilli en outre avec une certaine quantité de soude caustique, s'est élevée sous cette influence à. . . . . , ... 100

Le jus imparfaitement saturé comme on le pratique généralement dans un bon travail a donné, comme degré d'épuration, un nombre qui se rapproche très près du jus non saturé, soit 61

Puis, si on pousse la saturation plus loin, si on la rend complète, l'épuration n'est plus représentée dans la 8e expérience que par le nombre. 25
et dans la 9e expérience que par le nombre. 35

De la chaux remise dans ce dernier jus saturé (exp. n° 10) a donné, après une nouvelle ébullition, le nombre 60

Enfin le jus filtré sur un noir absorbant de manière à laisser moins d'alcali dans le jus filtré que la quantité reconnue normale a donné (exp. n° 11). 25
le même jus additionné de chaux (exp. n° 12), a donné 44
— de soude (exp. n° 13), a donné 60

Ces nombres établissent que le jus déféqué après une ébullition prolongée, jusqu'à réduction de moitié de son volume considéré au point de vue des matières azotées susceptibles de donner de l'amoniaque par leur décomposition, est plus pur que le jus immédiatement après la défécation;

Qu'il est également beaucoup plus pur que le jus complètement saturé par l'acide carbonique soumis à la même ébullition ;

Qu'il est également plus pur que le jus déféqué, saturé et filtré.

Il est donc de la plus grande importance, au point de vue de l'épuration du jus, de lui faire subir immédiatement après la défécation une ébullition suffisante et préalable à toute autre opération.

On pourrait objecter à cette méthode que, par la saturation, cette matière azotée est entraînée par le carbonate de chaux formé. En effet, il est bien vrai que pendant la saturation le carbonate de chaux entraîne une partie de cette matière azotée, mais la séparation est incomplète et toujours inférieure à l'épuration produite par l'ébullition, comme le démontre l'expérience n° 10 dans laquelle un jus complètement saturé par l'acide carbonique n'a perdu pendant la concentration que 0,35 de titre ammoniacal, tandis que concentré avec de la chaux il a perdu 0,60.

Le traitement par l'acide carbonique n'épure donc pas le jus de matières azotées d'une manière aussi complète que l'ébullition préalable.

On pourrait faire la même objection en ce qui concerne l'épuration par la filtration à travers le noir. Depuis longtemps nous nous sommes assuré que le noir absorbait cette matière azotée, mais dans nos études chimiques et industrielles sur le noir animal en grains, ce noir en était très vite saturé; après 4 heures de durée du filtre, il ne l'absorbait plus; c'est la propriété absorbante du noir animal pour cette matière azotée que nous revivifions par un courant de vapeur d'eau, sur le noir alcalin ou rendu alcalin (1).

(1) Il fut établi alors, par de nombreuses expériences, qu'une fabrique de sucre travaillant 100,000 kilogrammes de betteraves par 24 heures, pouvait obtenir, dans une campagne de 100 jours, en recueillant les vapeurs ammoniacales produites pendant l'ébullition, des jus déféqués avant saturation, jusqu'à 32,000 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque. Ces expériences conduisirent MM. Leplay et Cuisinier à prendre un brevet pour ce procédé.

Leplay et Cuisinier, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome LIV, p. 270, année 1865.

Les expériences que nous venons de citer sur la décomposition de cette matière azotée sous l'influence de l'ébullition en présence des alcalis fixes, viennent donc corroborer les faits de revivification de noir animal en grains que nous avons déjà fait connaître.

Certes nous ne voulons pas prétendre que la saturation à l'acide carbonique et la filtration au noir animal en grains n'ont pas leur degré d'utilité, mais nous disons que l'épuration par l'ébullition doit précéder tous les autres moyens d'épuration.

Nous avons déjà fait connaître dans nos études sur le noir animal, l'importance pour la fabrication de débarrasser les jus de ces diverses matières azotées, c'est à la viscosité qu'elles communiquent au jus que sont dues les mauvaises qualités du sucre brut, sa consistance pâteuse, sa cristallisation sans nerf, sans grain, sa difficile séparation du sirop, enfin un moindre rendement en fabrication et en raffinage.

Le point important à signaler c'est que lorsque ces matières ont été détruites par une ébullition préalable du jus déféqué, il n'existe plus de traces de fermentation, c'est-à-dire de dégagement de gaz dans les sirops cuits et en cristallisation et que le phénomène de la fermentation a disparu de la fabrication, quel que soit d'ailleurs l'état d'alcalinité des sirops pendant l'évaporation de la cuite.

Nous concluons donc que le dégagement de gaz n'est produit dans le jus et les sirops en cours de fabrication et dans les sirops cuits et en cristallisation que par la présence et la décomposition spontanée de ces matières azotées (1).

(1) NOTA. — Cette décomposition spontanée des matières azotées commencée sous certaines influences et se continuant d'elle-même pourra peut-être sembler singulière, par ce motif, qu'il n'existe pas beaucoup de faits analogues bien caractérisés dans la science.

Je puis citer un fait semblable produit dans toute autre circonstance, qui est étranger à la fabrication du sucre, mais qui ne peut donner que plus de force à celui qui vient d'être cité, par son rapprochement avec lui.

On sait que dans des circonstances qui n'ont pas encore été bien déter-

Cette décomposition, commencée sous l'influence de l'ébullition et en présence d'une trop faible quantité d'alcali pendant l'évaporation et la cuite, se continue sponta-

minées, et que l'on n'a pu jusqu'à présent produire à volonté, dans certaines fermentations alcooliques chez les distillateurs, il se dégage quelquefois, à la surface des cuves de fermentation, des vapeurs rutilantes d'acide hypo-azotique faciles à reconnaître à leur couleur rouge et à leur odeur particulière.

Ces vapeurs rutilantes sont dues à un dégagement de bioxyde d'azote qui accompagne le dégagement de l'acide carbonique provenant de la fermentation, et il suffit d'introduire de l'air dans ces gaz à la surface de la cuve, pour que la couleur rouge du gaz qui s'échappe devienne beaucoup plus intense.

Ces fermentations, auxquelles on a donné le nom de *fermentation nitreuse*, ont été observées surtout dans la fermentation des mélasses et des jus de betteraves ; on en a attribué la cause à la présence des nitrates et surtout des nitrites qui se rencontrent en plus ou moins grande quantité dans les mélasses (Dubrunfaut).

Il est très possible que, dans certains cas, la fermentation nitreuse puisse être due à la présence des nitrites, surtout dans les cas de formation d'acide lactique, mais il est certainement d'autres cas où cette fermentation se produit également.

De nombreuses observations m'ont conduit à admettre que les vapeurs nitreuses qui se forment dans certaines conditions sont dues à la décomposition des matières azotées.

Je suis arrivé à produire à volonté cette fermentation nitreuse dans les conditions suivantes :

Si l'on met dans une cuve de fermentation de la betterave coupée en tranches de manière à en remplir la cuve au tiers de sa capacité, et que l'on fasse tomber peu à peu sur cette betterave du jus de betterave fermenté à une température d'environ 30°, de manière à en arroser toutes les parties sans recouvrir complètement la masse de liquide, l'atmosphère de la cuve, après une demi-heure environ, se remplit d'un gaz rutilant d'acide hyponitrique qui colore en rouge les parois de la cuve et qui se répand abondamment au dehors.

Si l'on continue de remplir la cuve de jus fermenté jusqu'à ce que les morceaux de betteraves en soient recouverts, le dégagement du gaz rutilant continue et est quelquefois suffisant pour paralyser la fermentation alcoolique.

Si au lieu de faire couler le jus sur les morceaux placés dans la cuve on introduit le jus d'abord, puis ensuite les morceaux dans le jus, le dégagement de gaz rutilant n'a pas lieu et il ne se produit qu'une fermentation alcoolique rapide.

Cependant si les morceaux de betteraves ont été coupés à l'avance et sont restés en tas exposés à l'air pendant vingt-quatre heures, il arrive souvent alors qu'un commencement de vapeurs nitreuses se produit.

J'ai également constaté, dans la distillation des grains, que si l'on introduit de l'air dans le produit de la macération qui se trouve à 70°, dans le but de le refroidir, et qu'ensuite on l'étende d'eau pour lui faire subir

nément dans le sirop cuit, soit aussitôt que la cuite est terminée et que le sirop est encore à une température de plus de 100°, soit après la cuite lorsque le sirop est en cristallisation dans les emplis, alors le dégagement de gaz est moins sensible, et se manifeste par un soulèvement des couches cristallisées de sucre au-dessus des sirops en cristallisation.

Ces caractères indiquent toujours, comme nous l'avons dit, une épuration moins complète.

Il n'est pas seulement nécessaire pour produire cette décomposition de maintenir l'alcalinité des jus pendant le premier temps de l'évaporation, il faut encore la maintenir pendant l'évaporation des sirops jusqu'à 25° Baumé.

Nous avons rencontré dans certains cas une persistance très grande de certaines de ces matières azotées qui résistent à la première épuration par l'ébullition des jus faibles et ne se décomposent que dans un état de concentration un peu plus avancé.

Nous avons même trouvé que dans certains cas le dépôt insoluble qui se produit pendant la concentration des sirops à 25°, n'est pas toujours du carbonate de chaux, mais qu'il se forme aussi des sels à acides végétaux insolubles dont nous espérons, dans la suite, déterminer la nature, mais dont la précipitation en combinaison insoluble avec la chaux ne peut contribuer qu'à produire une plus grande épuration dans les sirops.

Il se forme aussi quelquefois des sels solubles de chaux,

la fermentation alcoolique, il se dégage souvent, dans les premiers temps de la fermentation, d'abondantes vapeurs nitreuses suffisantes pour arrêter la fermentation alcoolique qui reprend son cours après vingt-quatre ou trente-six heures, c'est-à-dire quand le dégagement du gaz nitreux a cessé.

Il résulte de ces deux exemples que le dégagement du gaz nitreux ne peut provenir, dans ces deux cas, des nitrates ou des nitrites, mais se produit par suite de l'action de l'air sur les matières azotées. — H. Leplay.

Depuis la rédaction de cette note (1865), M. Maumené a observé le dégagement de vapeurs rutilantes d'acide hyponitrique, pendant la cuite des sirops de betteraves.

surtout lorsque les jus ne contiennent pas d'alcali, potasse ou soude, à l'état caustique en quantité suffisante.

Cependant, s'il arrivait que la fermentation se produise dans les sirops cuits malgré l'ébullition préalable, malgré la filtration sur le noir animal, malgré la concentration des sirops jusqu'à 25°, en présence de la chaux, il faudrait l'attribuer à l'absence de potasse ou de soude caustique dans le jus déféqué, et alors nous n'hésiterions pas à conseiller l'addition dans le jus déféqué, avant ou pendant l'ébullition d'une certaine quantité de soude caustique.

La soude caustique est moins pernicieuse dans la fabrication du sucre de betteraves que la présence de cette matière azotée.

Le phénomène de fermentation pourrait encore se produire dans les sirops cuits par cette pratique ordinaire qui fait constamment rentrer en mélange des liquides épurés les lavages des dépôts et des filtres à noir.

En effet ces matières azotées sont très solubles dans l'eau, et le noir animal qui les a absorbées les cède facilement à l'eau que l'on y fait passer pour le débarrasser des liquides sucrés qu'il retient et dont il reste imprégné. Mais ces eaux de lavage sont toujours moins pures que les liquides sucrés qui les nécessitent, et au lieu de leur faire suivre, dans leur mélange aux autres produits, une marche ascensionnelle vers les produits les plus purs, on doit, au contraire, les faire rétrograder vers les produits non encore épurés, afin de leur faire subir une nouvelle épuration.

Ces faits bien constatés expliquent d'une manière satisfaisante et complète toutes les causes qui peuvent amener la fermentation dans les sirops cuits ou en cristallisation. Ils justifient les axiomes de la pratique et les données expérimentales de la science, la nécessité du travail alcalin et l'éloignement de toutes les causes qui auraient pour but de détruire cette alcalinité.

Mais il semble que la fabrication du sucre, même dans les moyens les plus perfectionnés, ait été à l'encontre de

ce qui pouvait la faire mieux réussir, et qu'elle se crée des difficultés à plaisir : à peine le jus est-il déféqué, avec force recommandations générales de le faire à la plus basse température possible, que l'on s'empresse de le soumettre, soit à une saturation par l'acide carbonique qui va le priver du principal agent nécessaire à son épuration c'est-à-dire la chaux, puis, comme si cette opération n'était pas suffisante pour augmenter les difficultés, on s'empresse, aussitôt saturé, de filtrer le jus en le faisant passer à travers une couche de noir animal qui finira de lui enlever les restes de l'agent d'épuration qui lui est nécessaire.

Mais la pratique éclairée répond : cette saturation, nous saurons l'arrêter à temps. Cette action trop énergique du noir animal nous saurons l'amoindrir dans des limites utiles. Cela peut être vrai, cela peut être possible; mais assurément cela n'est pas nécessaire. C'est là créer des difficultés qui n'existent pas et qui tiennent exclusivement à la méthode de fabrication généralement employée.

Attaquer le mal à son origine, lorsque toutes les forces sont réunies pour le combattre, c'est débarrasser la fabrication de toute entrave ultérieure, c'est lui tracer une marche régulière en la mettant à l'abri des incertitudes et des difficultés désignées sous le nom de *fermentation.*

Mais, quand l'ébullition en présence des alcalis fixes, potasse, soude et chaux, soit pendant la première évaporation du jus, soit pendant la concentration du jus jusqu'à 25° a produit le maximum d'épuration possible et que le phénomène de fermentation n'est plus à craindre, on doit soumettre le sirop obtenu à une épuration énergique par le noir animal en grains et le filtrer pour ainsi dire comme un sirop de raffinerie.

La filtration sur le noir animal en grains achèvera de le dépouiller de diverses matières étrangères que l'ébullition n'a point fait disparaître; mais malgré cette filtration énergique, malgré même le peu d'alcalinité des sirops ainsi filtrés, il pourra arriver et il arrivera certainement

que le sirop n'atteindra pas son point de cuite, car cette ébullition n'a aucune action sur les causes qui empêchent le sirop d'arriver au point de cuite.

On attribue généralement la cause de cette difficulté à la présence de la chaux libre ou du sucrate de chaux; de nombreuses expériences nous ont prouvé que ce n'est pas le plus ordinairement à la présence de la chaux libre dans le sirop, qu'il faut attribuer cette difficulté, et qu'il arrive que des sirops, même neutres, ne peuvent atteindre le degré de cuite. Cette difficulté est due surtout à la présence de divers sels de chaux neutres solubles dans le jus et les sirops.

Les sels de chaux neutres solubles n'existent naturellement dans la betterave qu'en très petite quantité, et toujours en moins grande quantité quand les betteraves sont arrivées à maturité, mais ils peuvent prendre naissance pendant la fabrication par la réaction de la chaux sur le sucre incristallisable.

On sait qu'il n'existe pas de sucre incristallisable dans la betterave; au début de la fabrication, il est rare que le fabricant éprouve des difficultés de cuite lorsque la betterave est arrivée en bonne maturité; mais ces difficultés apparaissent dès que l'on emploie des betteraves qui ont été mises en tas volumineux ou conservées en silos. Dans de telles conditions, il s'est formé une certaine quantité de sucre incristallisable qui se trouve détruit pendant la défécation, et qui, en se détruisant, donne naissance à un sel de chaux soluble qui reste dans le jus.

L'ébullition, la saturation et le noir animal revivifié n'ont pas d'action sur ces sels de chaux neutres solubles; l'action du noir neuf est plus efficace, et c'est par ce motif que vers le 15 novembre la plupart des fabricants de sucre sont obligés d'avoir recours au noir animal neuf pour faire arriver leurs sirops au point de cuite.

La puissance du noir neuf est même fort restreinte, et le fabricant se trouve souvent obligé d'en employer de grandes quantités.

Nous avons examiné avec soin pourquoi le noir en grains revivifié n'avait aucune action pour faciliter la cuite, comment agissait le noir neuf et pourquoi son action était si limitée. Nous avons reconnu que le noir neuf contenait toujours une certaine quantité d'un carbonate soluble, soit particulièrement du carbonate de soude, tandis que le noir revivifié n'en contenait pas de traces, et il nous a été facile de reconnaître que le noir neuf agissait dans ce cas comme agent chimique, en décomposant les sels de chaux neutres qui empêchent la cuite, en les transformant en carbonate de chaux insoluble, en substituant la soude à la chaux dans le sel de chaux soluble, et que ce n'est que lorsque les sels de chaux sont arrivés à un minimum de quantité dans les sirops qu'ils peuvent arriver à la cuite.

Ces faits étant bien constatés, nous avons cherché les moyens de donner au noir animal, soit en grains, soit en poudre, une puissance beaucoup plus grande en y incorporant des sels solubles, dont les acides soient capables de donner, avec les sels de chaux solubles, des sels de chaux insolubles.

Les carbonates et phosphates alcalins, et particulièrement les carbonates et phosphates de potasse et de soude, peuvent être employés à cet usage ; nous donnons la préférence au carbonate et au phosphate de soude, à cause de leur bas prix et à cause aussi de leur action plus énergique sous le même poids.

Ces sels pourraient également être employés directement sans être amalgamés avec le noir fin, mais la séparation des précipités et la décoloration des sirops est moins complète.

L'emploi de ces sels solubles n'ajoute point à l'impureté des sirops, ils ne font que substituer dans les sels solubles une base à une autre, la soude à la chaux.

Du noir animal en poudre ainsi amalgamé, ou ces sels eux-mêmes ajoutés au sirop dans la chaudière d'évaporation, ou même dans la chaudière de clarification, décomposent les sels de chaux solubles contenus dans le sirop,

en précipitant la chaux à l'état de carbonate ou de phosphate.

L'effet de ce noir, auquel nous avons donné le nom de *noir fin épurant*, et les différents agents qui entrent dans sa composition, n'ont pas seulement pour action de précipiter les sels de chaux ; mais, mis dans le jus pendant l'évaporation, ils y produisent l'épuration que nous avons signalée sous l'influence de l'ébullition en présence de la soude.

En effet, une partie du carbónate de soude contenue dans ce noir, sous l'influence de la chaux existant dans le jus, devient caustique et contribue à déterminer l'épuration que nous avons signalée dans les expériences que nous avons rapportées plus haut.

L'emploi de ce noir épurant n'a pas seulement pour résultat de prévenir ou d'empêcher ces deux difficultés de fabrication, cuite difficile et fermentation ; il produit encore dans tous les procédés, employé même à la faible dose de 1 à 2 kilos par dix hectolitres de jus, une épuration qui se manifeste immédiatement dans le cristallisoir.

Les sirops qui en proviennent sont brillants, d'une limpidité et surtout d'une fluidité remarquables, sans mousse ; la surface de la masse cuite dans le cristallisoir est lisse, les pellicules qui se forment cassent sous la pression du doigt, la cristallisation s'opère très rapidement.

La séparation du sirop des cristaux de sucre est plus facile, le sucre obtenu sans clairçage est sec, dur et nerveux ; au lieu de prendre de l'humidité avec le temps, il devient plus sec ; il a peu le goût particulier au sucre brut de betteraves ; sa nuance, même avec des sirops un peu colorés, peut atteindre facilement le n° 16 à 18.

Le rendement en sucre est également augmenté.

Tous ces caractères dénotent une épuration très complète que le noir revivifié en grains et que le noir neuf même est impuissant à produire.

Les faits nombreux rapportés dans ce mémoire caractérisent parfaitement l'état de la fabrication du sucre de betteraves par l'application du procédé Rousseau, jusqu'en 1865, en France.

4e ÉPOQUE

DE 1866 A 1873.

CHAPITRE IV.

Études historiques, chimiques et industrielles des sirops et mélasses produits par les procédés de la défécation trouble et de la double carbonatation Périer et Possoz.

Le 26 janvier 1866, MM. Périer et Possoz prenaient un brevet d'invention ayant pour titre : *Perfectionnements relatifs à la fabrication du sucre*, brevet qui fut délivré sous le nº 40,014 (1).

Je donnerai ici quelques extraits textuels de ce brevet, parce que les procédés qui y sont décrits sont encore aujourd'hui à peu près les seuls employés dans la fabrication du sucre, parce qu'il est souvent arrivé qu'ils ont été mal compris et même contestés. — Voici ce qu'écrivent MM. Périer et Possoz dans leur brevet :

« Bien que dans ces derniers temps on avait déjà amé-
« lioré la fabrication du sucre en opérant la défécation
« des jus bruts à des températures inférieures à 100° cen-
« tigrade, soit de 85 à 90°, et qu'en traitant les jus ainsi
« déféqués, par l'acide carbonique, on soit déjà parvenu
« à réaliser certaines économies dans la quantité de noir ;
« néanmoins, nous venons de terminer une longue série
« de recherches qui nous a appris qu'il est bien préfé-
« rable de *déféquer à froid* ou tout au moins à des tem-
« pératures inférieures à celles qu'on avait indiquées
« comme minimum...... que ces jus déféqués à basse

(1) Brevet Périer et Possoz, *Sucrerie indigène*, tome Ier, p. 33, année 1866.

« température, soit entre 0° et 85°, sont facilement décolorés par l'acide carbonique et bien mieux encore par les additions subséquentes de chaux et d'acide carbonique, qu'on arrive ainsi *à froid*, comme également à l'aide de la chaleur à produire industriellement et très économiquement des jus sucrés beaucoup plus purs et moins colorés que par les procédés déjà connus, que cette méthode nous fait réaliser de très grandes *économies de noir animal*, et nous permet d'obtenir des jus tellement purs et *privés de toute combinaison calcique*, qu'ils ne précipitent plus par l'acide oxalique et que les sucres qui en proviennent sont d'un goût et d'une qualité bien supérieurs.

« Jusqu'ici on n'avait employé l'acide carbonique que pour saturer une partie de la chaux employée dans les défécations au-dessus de 85°, et malgré cette carbonatation faite dans les conditions indiquées et pratiquées jusqu'ici, *il reste toujours de la chaux en combinaisons telles que cet acide carbonique ne les précipite pas complètement. Aujourd'hui nous venons lui donner ainsi qu'à la chaux d'autres applications* dans la sucrerie, puisque nous l'employons pour *rendre précipitables par l'acide carbonique des combinaisons calciques qui restaient en dissolution malgré l'emploi de cet acide, et qui dans la suite des opérations sont si difficiles à enlever par le noir.*

« ...... Les jus tirés à clair et obtenus par expression des écumes sont additionnés de 2 à 5 millièmes de chaux vive (mais éteinte et délayée finement comme ci-dessus), puis soumise à un courant d'acide carbonique...... on continue le courant de gaz, jusqu'à ce que le liquide étant chauffé entre 60 et 100°, le dépôt se précipite en grumeaux et que la liqueur s'éclaircisse rapidement par le repos, *ou bien jusqu'à ce que du papier de tournesol étant rougi, ne soit ramené que difficilement au bleu, ou même qu'il reste rouge.*

« Le jus ainsi traité est déjà bien épuré de la majeure partie des matières combinées à la chaux pendant la

« défécation, et aussi à celle ajoutée pour cette carbona-« tation; il est beaucoup moins coloré que les autres jus « similaires, même filtrés au noir dans les fabriques; on « peut l'envoyer immédiatement dans les chaudières « ordinaires d'évaporation, ou bien lui faire subir préala-« blement *une seconde épuration qui peut être assez « complète pour enlever même toute trace de chaux.*

« A cet effet, après un soutirage à clair, ou la filtra-« tion mécanique dont nous venons de parler, le jus « transporté dans d'autres chaudières à carbonater est « additionné d'une faible quantité de chaux hydratée « comme ci-dessus, soit de 1 à 3 millièmes de chaux vive, « et l'on soumet ce mélange à un nouveau courant « d'acide carbonique que l'on continue jusqu'à ce qu'un « échantillon de *ce jus filtré ne précipite plus par l'acide « oxalique ou commence à troubler l'eau de chaux.*

« Nous pourrions terminer notre opération en une « seule carbonatation sur le jus déféqué en l'additionnant « d'une dose de chaux suffisante, mais nous avons « remarqué que si on achève la carbonatation sur des « dépôts colorés, on est exposé à voir une *portion de la « matière colorante précipitée se redissoudre et qu'il est « bien préférable d'achever la carbonatation*, et aussi de « porter à l'ébullition en l'absence des dépôts colorés.

« *Nous pouvons aussi soumettre à l'action de l'acide « carbonique des jus bruts additionnés de chaux, c'est-« à-dire nos défécations à froid, dans les mêmes vases « où cette défécation s'est faite.*

« La chaux dissoute ou indissoute, en se carbonatant, « entraîne avec elle, en se colorant, tous les composés « calciques qui se trouvent dans le jus, de sorte que si « l'on a employé de la chaux et de l'acide carbonique et « qu'on ait au besoin chassé par l'ébullition l'excès de ce « dernier, le jus est presque incolore et ne précipite plus « par l'acide oxalique.

« ...... Parmi les centaines d'expériences auxquelles « nous nous sommes livrés cet hiver sur les défécations à « basse température, nous avons obtenu des jus bien

« déféqués avec des doses de chaux très diverses : par « hectolitre de jus, quelquefois 50 grammes de chaux « ont suffi, d'autres fois il a fallu 200, 300, 500 et jusqu'à « 1000 grammes pour obtenir des défécations conve- « nables. Enfin, nous nous somme assurés qu'un excès « de chaux même considérable ne nuisait en rien à notre « travail, et nous avons également bien réussi avec 2, 3, « 4 et 5 kilogrammes de chaux vive par hectolitre de « jus; mais nous n'avons trouvé aucun avantage à dé- « passer un kilogramme et demi, et même en général « nous préférons n'employer qu'un kilogramme par « hectolitre de jus à déféquer. Quant aux additions de « jus à faire dans les jus déféqués à basse température « pour les décolorer et arriver à précipiter les combinai- « sons calciques, nous nous contentons d'employer 3 à « 6 millièmes pour la première opération (soit 300 à « 600 grammes CaO par hectolitre) et 2 à 3 millièmes « pour la seconde (soit 100 à 300 grammes CaO par hec- « tolitre) » (1).

Toutes les observations et tous les faits contenus dans le brevet de MM. Périer et Possoz étaient bien observés et parfaitement exacts. Ils se résumaient comme moyen : 1° à l'emploi dans la défécation de très hautes doses de chaux simultanément avec l'acide carbonique, à froid ou à une température inférieure à 80° ; 2° au traitement du jus déféqué et clair par une nouvelle quantité de chaux et d'acide carbonique à une température de 80 à 100°, une première fois et même au besoin une seconde fois.

Ils se résumaient comme résultat, dans une plus grande épuration et décoloration du jus, et surtout dans l'élimination de toute la chaux qui ne pouvait être précipitée dans les autres méthodes, par l'acide carbonique, c'est-à-dire de la chaux en combinaison à l'état de sels neutres.

Cette absence de sels de chaux dans les jus ainsi traités était indispensable au succès du procédé Périer et Possoz dans les conditions où il était appliqué.

(1) Brevet Périer et Possoz, *Sucrerie indigène*, tome Ier, p. 33, année 1866.

Ce procédé placé pour sa propagande et son installation sous la même direction que l'appareil à triple effet et la cuite en grain, c'est-à-dire dans la main et sous la direction habile de la maison Cail et Ce, sont devenus pour ainsi dire solidaires, et ont été introduits dans la fabrication du sucre, suivant une expresion vulgaire mais juste, *l'un portant l'autre.*

Le triple effet et la cuite en grain avaient pour leur succès des exigences qu'il fallait avant tout satisfaire, et le procédé Périer et Possoz, se prêtait merveilleusement à donner cette satisfaction; de là certainement la cause la plus grande de leur développement dans la fabrication du sucre de betteraves.

On comprendra facilement qu'en appliquant le procédé de la saturation incomplète, c'est-à-dire le procédé alcalin qui donne le plus souvent des dépôts abondants pendant l'évaporation, l'emploi du triple effet devenait difficile sinon impossible; on comprend également que la cuite en grain, qui ne s'opère bien et ne donne un grain facile et de qualité supérieure qu'avec des jus et sirops très décolorés, très limpides et dépourvus de chaux, ne pouvait s'accommoder de procédés donnant des jus alcalins, contenant de la chaux, souvent troubles et colorés.

C'est pour avoir mal compris ou méconnu cette solidarité entre le procédé de la défécation trouble et de la double carbonatation avec la grande quantité de chaux qu'ils exigent, et l'emploi de l'appareil à triple effet et la cuite en grain, que beaucoup de sucreries qui ont voulu appliquer le triple effet et la cuite en grain, sans se soumettre aux exigences du procédé Périer et Possoz, ont adopté un système bâtard de défécation et de saturation participant partie des anciens, partie des nouveaux procédés, et, ainsi entravées dans leur marche, ont obtenu de mauvais résultats, quelquefois la ruine, en un mot une mauvaise fabrication et ses conséquences.

J'en ferai connaître les causes principales en traitant des matières salines dans la mélasse de fabrique de sucre de betteraves, et ne m'occuperai pour le moment que de

l'examen des nouveaux procédés, au point de vue des questions spéciales de la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose.

Les jus de betteraves ayant subi la défécation trouble et la double carbonatation ne contiennent pas de chaux libre, ni d'alcalis caustiques : quelquefois ils sont légèrement alcalins ; quelquefois, tout à fait neutres, ils dégagent à peine une légère odeur ammoniacale; ils sont généralement très décolorés.

L'évaporation et la cuite des sirops semblables, d'après ce qui a été dit précédemment sur la nécessité du travail alcalin, devaient donner des masses cuites tout à fait prédisposées à subir la fermentation.

C'est en effet ce qui est arrivé dans les premières années de l'application du procédé. A cette époque les sirops d'égout de premier et deuxième jet étaient généralement recuits dans des chaudières à air libre, et par conséquent soumis pendant la cuite à une température d'au moins 115 à 120° centigrades; aussi la fermentation était-elle à peu près générale dans les masses cuites de deuxième et troisième jet.

On remarqua ensuite que dans certaines fabriques qui cuisaient ces mêmes sirops de bas produits dans des appareils dans le vide dont la température ne s'élève pas au-dessus de 70°, ils entraient rarement en fermentation, et on en a conclu que la cuite à haute température favorisait la fermentation dans les sirops cuits. Les appareils de cuite à air libre furent généralement abandonnés et remplacés par des appareils à cuire les bas produits dans le vide, et l'on évita ainsi la fermentation.

On peut conclure de ce fait que les matières azotées auxquelles nous attribuons la fermentation, ou plutôt le dégagement d'acide carbonique, n'étant pas complètement éliminées par le procédé Périer et Possoz, n'entrent pas en décomposition à la température de la cuite dans le vide, c'est-à-dire à 70°; tandis qu'elles entrent en décomposition dans un sirop porté à une température supérieure à 100°, décomposition qui étant commencée à une haute

température continue pendant et même souvent après le refroidissement, mais avec une intensité moins grande.

Cependant il est des cas, et surtout dans certaines années, où cette fermentation se produit malgré la cuite dans le vide des bas produits, et c'est surtout à ces circonstances qu'il faut attribuer le glucose que l'on rencontre dans les sirops et mélasses de sucrerie qui proviennent de l'application de ce procédé.

Les prescriptions du brevet Périer et Possoz ont subi dans la pratique diverses modifications : ainsi au lieu de pousser, suivant les prescriptions du brevet, l'emploi de l'acide carbonique jusqu'à saturation complète, on maintient après la première et même après la deuxième carbonatation une certaine alcalinité dans le jus; cette alcalinité ne présente que des avantages lorsqu'elle est due à la présence de la potasse ou de la soude, contenues naturellement dans les jus déféqués, mais elle a de grands inconvénients lorsqu'elle n'est due qu'à la chaux.

Diverses circonstances peuvent faire disparaître la potasse et la soude libres qui existent toujours dans les jus déféqués, par exemple la présence des sels de chaux neutres qui opèrent une double décomposition avec le carbonate de potasse et de soude formés pendant la saturation. Dans ce cas, l'alcalinité naturelle du jus déféqué disparaît et s'il persiste de l'alcalinité, elle ne peut être due qu'à la présence de la chaux, qui a l'inconvénient d'occasionner des dépôts dans le triple effet, et même quelquefois des difficultés de cuite.

On rencontre donc dans l'application des procédés Périer et Possoz les mêmes inconvénients que dans l'application du procédé Rousseau, mais moins fréquents et bien amoindris. Cependant ils existent encore assez fréquemment non seulement dans la fabrication du sucre de betteraves française, mais en Belgique, en Hollande et en Allemagne, comme on le verra dans un des chapitres suivants traitant de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans la fabrication du sucre de betteraves, dans ces différents pays.

CHAPITRE V.

Des moyens de faciliter l'évaporation et la cuite et de prévenir et empêcher la fermentation dans la fabrication du sucre de betteraves.

Cette étude de la fabrication du sucre de betteraves et de ses difficultés, faite dans l'atelier même, dans chacune de ses opérations, sur chacun de ses produits, obtenus par des procédés différents et à des époques différentes, conduisit MM. Leplay et Cuisinier à l'emploi d'un moyen nouveau ayant pour but d'empêcher les deux difficultés de cuite et fermentation étudiées dans le mémoire ci-dessus.

Ce procédé a été sommairement indiqué à la fin du mémoire de MM. Leplay et Cuisinier, déposé à l'Académie des sciences; il consistait dans l'emploi d'un noir composé de charbon animal en poudre fine, allié à un agent chimique qui, sous deux formes différentes, devait réunir les deux propriétés d'empêcher la fermentation et de débarrasser les sirops des matières qui entravent la cuite.

Ce produit, pour la fabrication duquel MM. Leplay et Cuisinier prirent un brevet d'invention (1), fut désigné sous le nom de noir épurant. Il avait la composition suivante :

Noir animal neuf en poudre	40 p. 100.
Carbonate de soude	30 —
Soude caustique	10 —
Eau	20 —

Ce noir épurant avait pour effet, par la soude caustique, de fournir aux jus et sirops l'alcali caustique qui leur manquait pour produire la décomposition des matières azotées comme cause principale de la fermentation,

(1) Brevet Leplay et Cuisinier, du 17 novembre 1864.

et par le carbonate de soude, la décomposition des sels de chaux, cause principale de la difficulté de cuite.

Dès la campagne de 1864-1865, il fut employé dans plus de 200 fabriques de sucre en France, en Belgique et en Hollande, sous le nom de *noir épurant Leplay et Cuisinier*, et il donna généralement les résultats annoncés : d'empêcher la fermentation et de rendre la cuite facile avec l'emploi d'une dose suffisante ; mais cet emploi étant subordonné à l'apparition très irrégulière des deux difficultés qu'il avait pour but de combattre, il en résultait que dans certaines années où ces difficultés n'apparaissaient que rarement, il n'avait qu'un emploi très limité, tandis que dans d'autres années il en fut livré à la fabrication jusqu'à 250,000 kilogrammes.

Cependant, certains fabricants, à qui ce noir épurant avait rendu de grands services, ne cessaient de l'employer dans chaque campagne, tout le temps de leur fabrication, quoique leur travail ne présentât aucun des caractères pour lesquels il était recommandé, mais comme moyen préventif de ces difficultés, et pour rendre le travail plus facile et lui donner une perfection qu'il n'avait pas sans cet emploi.

En effet, un des caractères du noir épurant pendant l'évaporation du jus était de donner aux sirops évaporés es qualités du travail alcalin qui ont déjà été signalées, une fluidité plus grande dans les masses cuites et, par suite, un rendement plus grand en sucre et un sucre de meilleure qualité.

Le noir épurant n'avait été composé par MM. Leplay et Cuisinier que dans le but de faciliter l'emploi de la soude caustique et du carbonate de soude dans la fabrication du sucre; on a eu recours à leur mélange avec le noir animal en poudre, parce que d'abord ce dernier agent facilitait le dépôt de carbonate de chaux, formé pendant l'évaporation du jus par l'action du carbonate de soude, mais aussi pour laisser ignorer au fabricant de sucre les agents actifs qu'il allait employer dans son travail sous le nom de noir épurant.

Les idées fausses et les préjugés sont tellement enracinés dans l'esprit du grand nombre, qu'il est quelquefois nécessaire d'avoir recours à de semblables moyens pour imposer le progrès, même à ceux qui sont les premiers à en profiter.

Il est bien certain que sur les deux cents fabricants de sucre qui ont employé le noir épurant et qui s'en sont très bien trouvés, il ne s'en serait rencontré qu'un petit nombre qui aurait accepté, dans leur travail, l'emploi du carbonate de soude et de la soude caustique. Nous constatons encore tous les jours les difficultés que nous rencontrons à faire employer ces deux agents chimiques, non plus sous la forme déguisée de noir épurant, mais sous leur forme naturelle ; ces deux agents indispensables sur certaines mélasses trop peu alcalines ou trop peu calcaires pour en tirer un bon parti, c'est-à-dire le meilleur parti possible par l'osmose; c'est presque malgré leur volonté et avec le doute dans l'esprit que les fabricants, qui débutent dans l'osmose, se résignent à en faire usage ; cependant nous devons dire que la diffusion des connaissances chimiques fait disparaître peu à peu ces préjugés.

En effet, l'action de ces deux agents n'avait rien de nuisible dans la fabrication du sucre ; le carbonate de soude remplaçait immédiatement la chaux dans les sels de chaux, en la précipitant à l'état de carbonate de chaux, et la soude caustique portait son action sur les sels ammoniacaux et sur les matières organiques azotées en en dégageant l'ammoniaque, et entrait elle-même, au moins en partie, en combinaison saline ; la quantité restante était toujours trop petite pour avoir une action quelconque sur le sucre ; elle remplaçait ainsi celle qui se trouve naturellement dans le jus dans le cas d'un bon travail, et qui y manque lorsque la fermentation se produit.

Ces deux agents chimiques sont régulièrement employés, aujourd'hui surtout, dans les fabriques qui pratiquent l'osmose, à la sollicitation de Dubrunfaut qui a

fait comme nous des études sur leur emploi, non plus à l'état de noir épurant, mais isolément, et chacun selon l'effet à produire; ainsi pour les sirops trop peu alcalins, pour lesquels on pourrait craindre la fermentation, on emploie la soude caustique; cela est d'autant plus indispensable dans les sirops et mélasses soumis à l'osmose, qu'une grande partie de l'alcali passe dans les eaux d'exosmose, et qu'ainsi les sirops osmosés contiennent toujours moins d'alcali libre que les sirops avant osmose. Enfin, on emploie le carbonate de soude également dans l'osmose pour transformer les sels de chaux non diffusibles en sels de soude diffusibles; nous nous réservons de revenir sur cette question avec plus de développement en traitant de la chaux et des sels de chaux dans la fabrication du sucre de betteraves.

Ainsi donc, le moyen certain, infaillible d'empêcher la fermentation consiste à ajouter aux jus, sirops et mélasses une certaine quantité de soude caustique.

La quantité à ajouter dépendra de l'état des liquides sucrés: elle est très faible lorsqu'il s'agit de prévenir la fermentation; elle est plus forte lorsque la fermentation est déjà déclarée, et que ces liquides sucrés contiennent déjà du glucose et sont devenus acides.

Dans ces derniers cas, le premier effet de l'addition de la soude caustique est d'abord de saturer l'acide, puis ensuite de détruire le glucose en le transformant en un acide qui sature également la soude ajoutée, de telle sorte que la soude qui a servi à ces deux réactions se trouve complètement usée et ne produit aucun effet sur la fermentation qui recommence de plus belle; ce n'est donc que lorsque ces deux réactions sont satisfaites, que la soude peut avoir une action préservatrice contre la fermentation.

Il est même des cas où la quantité de glucose est telle qu'il ne devient plus économique d'avoir recours à ce moyen, même dans les mélasses destinées à l'osmose; il faut laisser le mal continuer ses progrès; la mélasse alors devient impropre à tout travail d'extraction de sucre.

Il résulte de là que c'est surtout comme action préventive, préservatrice qu'il faut employer la soude caustique dans la fabrication du sucre de betteraves, et le moment le plus efficace, est de l'ajouter au jus saturé après l'ébullition qu'on doit lui faire subir après le dernier traitement carbonique pour décomposer le bicarbonate qui a pu se former.

L'addition de la soude caustique doit être faite dans la chaudière même de saturation et avant la filtration du jus. Lorsqu'on emploie le triple effet à l'évaporation, elle doit se faire de préférence dans les chaudières d'évaporation, c'est-à-dire après la filtration du jus lorsque l'évaporation se fait à air libre.

Lorsqu'on l'emploie dans le jus comme il vient d'être indiqué, il suffit le plus souvent de 1 litre de dissolution de soude caustique à 32°, Baumé, pour 50 hectolitres de jus.

Dans tous les cas une quantité suffisante prévient toujours la fermentation.

Lorsque la fermentation se déclare en cours de fabrication dans les masses cuites de deuxième et troisième jet, on cherche à y remédier en ajoutant à la surface de la masse cuite du lait de chaux.

Ce lait de chaux ne produit le plus souvent d'autre effet que d'absorber le gaz acide carbonique qui se dégage de la masse cuite, et la fermentation paraît arrêtée ; ce n'est là qu'une apparence trompeuse, et la transformation du sucre cristallisable en glucose n'en continue pas moins, mais sans donner les caractères extérieurs de la fermentation, c'est-à-dire le dégagement d'acide carbonique et la mousse à la surface du sirop. D'ailleurs la chaux dans ce cas n'est pas suffisamment énergique, elle donne naissance à des sels de chaux qui ont, comme nous le démontrerons plus loin, de tels inconvénients que la chaux employée dans le but d'empêcher la fermentation doit être complétement supprimée et remplacée par de la soude caustique.

On recommande, pour le succès de la cuite en grain,

d'employer des sirops ne contenant pas de chaux libre ou plutôt des sirops non alcalins ; mais il est important dans ce cas de distinguer l'alcalinité due à la chaux et l'alcalinité due à la potasse ou à la soude. Cette confusion est très préjudiciable à un bon travail, elle est générale dans la fabrication du sucre ; nous avons eu beaucoup de peine à décider des fabricants pratiquant la cuite en grain, à employer de la soude caustique pour empêcher la tendance de leurs sirops même de premier jet à la fermentation ; tous ceux qui ont employé la soude caustique dans ces conditions ont radicalement empêché la fermentation et par suite la transformation du sucre cristallisable en glucose.

Dans la campagne de 1875 à 1876, la fermentation se développa, même dans les masses cuites de premier jet, avec une telle persistance malgré toutes les précautions prises dans plusieurs grandes usines administrées par Linard, que ce dernier, dans le but de l'éviter, modifia la marche ordinaire de la fabrication. 1° Il supprima les bacs à déposer après la saturation, en envoyant les jus saturés troubles directement aux filtres-presses ; 2° il supprima la filtration du jus sur le noir en grain en envoyant les jus sortant des filtres-presses à l'évaporation dans le triple effet. Enfin il supprima la continuité du triple effet, en déchargeant le sirop évaporé d'une seule fois et d'une manière rapide en augmentant dans ce but le diamètre des soupapes de déchargement de cet appareil.

Tous ces changements étaient rationnels ; en effet, on sait que plus les jus et sirops traînent en fabrication, plus ils ont de tendance à la fermentation ; mais ces moyens supposent des jus parfaitement épurés par la défécation trouble et la double carbonatation, ce qui n'est pas toujours facile à réaliser.

Linard eût pu éviter ces divers changements et éviter la fermentation d'une manière plus certaine par l'addition d'une petite quantité de soude caustique dans le jus saturé comme je le lui ai conseillé et comme il l'a fait dans la campagne suivante à sa grande satisfaction.

Le moyen qui vient d'être indiqué est infaillible pour empêcher l'altération désignée sous le nom de fermentation dans la fabrication du sucre de betteraves.

La transformation du sucre cristallisable en glucose ne se produisant qu'à la suite de la fermentation, il en résulte qu'empêcher la fermentation doit empêcher également la transformation du sucre cristallisable en glucose.

Cette conséquence peut paraître rigoureusement exacte, elle n'est pas suffisamment démonstrative; la transformation glucosique ne se produisant pas simultanément avec la fermentation, mais seulement à la suite, doit avoir pour origine une autre cause qu'il devient utile d'étudier.

L'étude qui vient d'être faite a donné l'explication de l'altération désignée en fabrication sous le nom de fermentation, et elle en a précisé les conditions et les conséquences au point de vue de la transformation du sucre cristallisable en glucose; mais elle n'a pas fait connaître les causes de cette transformation qui est beaucoup plus générale dans la fabrication du sucre de cannes et dans le raffinage des sucres; ce n'est qu'après une connaissance approfondie de tous les faits observés dans ces industries, ce n'est qu'après une étude semblable à celle qui vient d'être faite dans la fabrication du sucre de betteraves, qu'il deviendra possible de donner une explication générale : *La théorie de la transformation glucosique du sucre cristallisable, et les règles précises devant empêcher cette transformation dans chacune de ces industries.*

Cette étude sera poursuivie dans la deuxième division de ce volume traitant de l'influence des altérations du sucre dans la formation de la mélasse et des moyens de les prévenir ou de les arrêter.

DEUXIÈME DIVISION

APPLICATION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE INDUSTRIELLE A L'ÉTUDE DE LA MÉLASSE DANS LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE DES SUCRES DE BETTERAVES ET DE CANNES.

Dans la première division de cette étude sur la mélasse dans la fabrication et le raffinage des sucres, nous avons fait connaître les faits scientifiques et industriels nouveaux qui ont donné naissance : 1° à la fabrication du salin de mélasse due aux travaux scientifiques et industriels de Dubrunfaut ; 2° la fabrication du sucre extrait de la mélasse de betteraves due également aux travaux scientifiques et industriels de Dubrunfaut et Leplay.

Ces faits nouveaux :

1° La présence d'une grande quantité de sels de potasse à acides organiques dans la mélasse de sucrerie et de raffinerie de sucre de betteraves ;

2° La constatation de la présence du sucre cristallisable, sucre prismatique, saccharose, à l'exclusion de tout sucre incristallisable ou glucose dans certaines mélasses, surtout dans les mélasses de sucrerie de betteraves ;

3° La présence du sucre cristallisable toujours accompagné d'une quantité variable et souvent très grande de sucre incristallisable ou glucose dans les mélasses d'autre origine, soit dans les mélasses de sucrerie de canne et de raffinerie de ces deux sucres.

Ces faits alors, complètement nouveaux, 1849, démontrés par des procédés d'analyses nouveaux et à l'abri de toute contestation, corroborés d'ailleurs, par une pratique manufacturière sur une grande échelle, livrant d'un côté, des quantités considérables de salins de mé-

lasses de betteraves ; d'un autre côté, des quantités également considérables de sucre cristallisé extrait de la mélasse de betteraves, eurent pour résultat, non seulement la création de deux industries nouvelles, mais encore pour avantages de placer sur des bases scientifiques certaines, positives, la pratique et la théorie de la fabrication et du raffinage des sucres qui, jusque-là, n'avaient procédé que de données fausses ou empiriques.

La cause de la production de la mélasse dans la fabrication du sucre de betteraves ne devait donc pas être attribuée à cette transformation du sucre cristallisable en incristallisable, qui avait été la doctrine de tous les chimistes, jusqu'à la divulgation de nos travaux, c'est-à-dire jusqu'à la prise de notre brevet, en juillet 1849. Cette cause de la production de la mélasse ne devait pas être la même dans les industries du sucre de betteraves, du sucre de cannes et du raffinage de ces sucres.

Ces faits, acquis d'une manière indiscutable, ouvraient des voies nouvelles aux recherches de la science et montraient, en même temps, les ressources que la fabrication du sucre devait trouver dans l'application de la chimie à l'étude de ses problèmes.

Alors on commença à comprendre la nécessité du concours et de la collaboration du chimiste dans le travail des sucres, et c'est surtout de cette époque que date en France cette collaboration qui a pris depuis et prendra de plus en plus une grande extension.

A partir de cette époque, grâce également au concours d'un grand nombre de chimistes, l'étude chimique du sucre, de la fabrication et du raffinage prend un grand développement.

Les méthodes d'analyse des matières sucrées se simplifient et deviennent plus rapides.

La constance de la composition de la mélasse de même origine en sucre et en sels conduit Dubrunfaut à poser les bases d'un *art nouveau*, la mélassimétrie ou le moyen de déterminer à l'avance, dans une matière sucrée, par

l'analyse, le rendement en sucre et en mélasse qu'elle doit donner.

Le commerce des sucres s'empare bientôt de cette méthode pour en faire la base de ses transactions; la législation pour en faire la base de la perception de l'impôt.

Un nouveau progrès, dû encore à Dubrunfaut, l'analyse osmotique appliquée à l'extraction du sucre des mélasses, vient donner une nouvelle impulsion et une nouvelle importance au concours de la chimie dans les opérations du travail des sucres. Les travaux des chimistes se multiplient, on cherche ardemment, à l'étranger comme en France, à déterminer la cause première de la production de la mélasse.

Les controverses provoquent et amènent de nouveaux travaux en mettant en présence deux adversaires, les mélassimétristes et les mélassigénistes, dont nous donnerons une analyse critique dans le courant de cet ouvrage.

L'étude chimique individuelle et analytique de la mélasse dans le travail des sucres ne doit plus se borner, comme nous l'avons fait jusqu'ici, à constater l'absence ou la présence du sucre incristallisable dans ce résidu; l'analyse chimique industrielle, telle que nous l'avons formulée dans notre premier volume (1) et telle qu'elle est possible dans l'état actuel de la science, résume toutes les données acquises dans l'analyse des matières sucrées au point de vue industriel; elle doit fournir les éléments nécessaires à l'étude des influences qui peuvent concourir à l'altération du sucre et à la production de la mélasse pendant le travail manufacturier.

Nous examinerons donc, dans une première partie de cette deuxième division, les résultats de l'analyse chimique industrielle de la mélasse, au point de vue du sucre altéré qu'elle peut contenir, des influences qui ont pu contribuer à cette altération, sa participation

(1) H. Leplay, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, T. Ier,— Année 1883.

dans la formation de la mélasse, et les moyens de la prévenir ou de l'arrêter.

Nous étudierons ensuite, dans une deuxième partie, l'influence des autres composants de la mélasse sur l'immobilisation du sucre cristallisable, tels que les sels de différente nature ainsi que les matières organiques qui s'y rencontrent.

Les nombres fournis par les nombreuses analyses, ainsi que les nombres résultant des calculs auxquels ils ont servi de base et qui sont groupés dans les tableaux renfermés dans le chapitre XII de ce deuxième volume, peuvent être considérés particulièrement, en ce qui concerne la mélasse dans la fabrication du sucre de betteraves, comme représentant l'état moyen de la fabrication pendant les quatorze dernières années en France, en Belgique, en Hollande et en Allemagne.

Ces différents tableaux, dans leur spécialité et dans leur généralité, constituent un vaste réservoir où je puiserai des données exactes pour l'étude des produits en cours de travail dans la fabrication et le raffinage des sucres.

Lorsque ces données seront insuffisantes, nous y ajouterons les résultats de nouvelles expériences plus spéciales, qui n'ont pas pris place dans ces tableaux, ou bien encore, nous chercherons, comme pour la canne, dans les publications faites, les données qui pourront nous faire défaut en ayant soin d'indiquer leur origine et le nom de leurs auteurs.

5e ÉPOQUE
DE 1873 A 1887

Influence des altérations du sucre cristallisable dans la formation de la mélasse. Moyens de les prévenir et de les arrêter.

La première partie de la deuxième division de ce volume a pour but principal l'étude des altérations que peut subir le sucre cristallisable pendant les opérations de la fabrication et du raffinage des sucres de betteraves et de cannes, de leur influence dans la formation de la mélasse et des moyens de prévenir ou d'empêcher ces altérations.

Les transformations et les altérations que peut subir le sucre cristallisable dans les matières sucrées en cours de travail dans ces industries sont encore peu connues; on a vu dans l'étude historique de la mélasse qui a été faite dans les chapitres précédents qu'à une certaine époque, soit de 1840 à 1850, et probablement antérieurement à 1840, surtout depuis l'introduction de la chaux dans la défécation, il ne se formait pas de sucre inscristallisable dans la fabrication du sucre de betteraves, qu'il s'en formait dans le raffinage de ces mêmes sucres, mais que certaines circonstances pouvaient empêcher cette altération, puisque dans une raffinerie située à Valenciennes, la mélasse ne contenait pas de sucre incristallisable.

On a vu également qu'après 1850, le sucre incristallisable se produisait sous l'influence de certains procédés employés dans la fabrication.

Enfin, on a vu que cette transformation du sucre cristallisable en incristallisable ou glucose, était toujours précédée d'une altération connue en sucrerie sous le nom de fermentation, que ces deux altérations ne paraissent pas avoir la même origine, et que si cette fermentation, au moment où elle se manifestait, était arrêtée par les

moyens qui ont été indiqués, on pouvait éviter la transformation du sucre cristallisable en glucose qui venait à la suite (1).

On ne doit donc pas confondre l'altération connue sous le nom de fermentation avec la transformation du sucre cristallisable en glucose (2).

L'altération connue sous le nom de fermentation a été étudiée dans les chapitres III, IV, et V. La transformation du sucre cristallisable en glucose va être étudiée dans la deuxième partie de ce volume, comprenant les chapitres VI, VII, VIII, IX et X.

Il a été établi dans les chapitres III, IV et V, que de 1863 à 1867, où j'ai pu continuer mes premiers travaux, les mélasses produites à cette époque par un assez grand nombre de fabriques de sucre, contenaient du glucose.

Ce fait se présentait encore avec un certain caractère accidentel dans la fabrication du sucre de betteraves, mais il était resté en permanence, sans grand changement depuis 1840, époque où nous l'avions constaté dans le raffinage du sucre de betteraves et de cannes, et j'entrepris alors d'étudier à quelle époque de la fabrication et sous quelles influences ce glucose prenait naissance.

Mais en 1867, je fus encore une fois obligé, pour des raisons particulières, — *la lutte pour l'existence* — *formule Darwin*, de suspendre ces études et de m'éloigner de la

(1) Le sucre cristallisable, c'est-à-dire le sucre ordinaire que l'on désigne, quelle que soit sa provenance, de la betterave ou de la canne, sous le nom générique de sucre de canne, de sucre prismatique, et, dans la nomenclature chimique moderne, sous le nom de *saccharose*, se transforme, sous certaines influences, en un autre sucre que l'on désigne sous le nom générique de *glucose*, de sucre interverti, de sucres réducteurs, de sucre incristallisable; ce sucre possède des propriétés chimiques très différentes du sucre de canne, qui permettent de le reconnaître, de le différencier et de le doser; dans la suite de ce travail, ce sucre sera désigné sous le nom plus généralement répandu de *glucose*.

(2) On désigne assez généralement sous le nom de *fermentation glucosique*, la transformation du sucre cristallisable en glucose. Il est préférable d'employer le mot transformation qui ne préjuge en rien la cause de cette altération du sucre cristallisable.

fabrication du sucre; quelques années plus tard, en 1873, je revins avec mon maître Dubrunfaut, dont j'avais été séparé pendant plus de vingt années, et je fus chargé par lui de l'application, en France, de son procédé de l'osmose et de la direction de son laboratoire.

Parmi les nombreux travaux qui s'y exécutaient sous son active inspiration, l'analyse des mélasses au point de vue de l'application de l'osmose y prenait une grande place. Ces analyses étaient exécutées par de jeunes chimistes, parmi lesquels je citerai MM. Duez, Faucheux, Delle, Viennot, Géduld, tous très versés dans la pratique des procédés d'analyse employés dans le laboratoire Dubrunfaut; dans ces analyses on étudiait avec grand soin la présence du sucre sous ces différentes formes: sucre cristallisable, glucose, dérivés du glucose.

Les travaux de Dubrunfaut sur l'osmose avaient mis en relief l'importance des sels contenus dans les matières sucrées dans la formation de la mélasse, et le problème de sa formation. Ces deux influences jouaient un grand rôle dans l'application de l'osmose et nécessitaient de nombreuses analyses des matières sucrées en cours de travail et particulièrement de la mélasse, exécutées à ces deux points de vue, de la nature du sucre et des sels.

Je donnerai, dans le chapitre XII de ce volume, les résultats obtenus de ces analyses de 1874 à 1880, dans le laboratoire de Dubrunfaut; j'y joindrai les résultats obtenus dans mon laboratoire de 1884 à ce jour, mai 1887, en poursuivant l'application de l'osmose dans la fabrication et le raffinage du sucre de betteraves avec le concours de collaborateurs dévoués, MM. Crozat, Servatius et Léonard. Je puiserai dans ces analyses les nombres nécessaires à l'étude des influences qui contribuent à l'altération du sucre et à la formation de la mélasse.

Plusieurs chimistes, surtout dans ces dernières années, ont publié divers travaux se rattachant plus ou moins directement à cette même question; je joindrai également à cette étude tous les travaux qui pourraient con-

tribuer à l'éclairer, en ayant soin d'indiquer pour chaque emprunt son origine et son auteur.

J'ai appris depuis longtemps par expérience, et quelquefois par de rudes épreuves, à ne jamais conclure des faits observés dans l'une de ces industries, aux améliorations à apporter dans une autre, quoique ayant le même but, le travail du sucre ; ce qui peut exister et être un progrès dans la fabrication du sucre de betteraves ou dans le raffinage de ce sucre, peut être une cause de revers dans la fabrication et le raffinage du sucre de cannes, et c'est pour avoir perdu de vue cette vérité que l'on s'est souvent trompé, en recommandant dans l'une les procédés qui avaient réussi dans l'autre.

Pour éviter cet écueil, j'étudierai les questions qui nous occupent dans chacune de ces industries, soit :

1° Dans la fabrication du sucre de betteraves,
2° Dans le raffinage du sucre brut de betteraves,
3° Dans la fabrication du sucre de cannes,
4° Enfin, dans le raffinage du sucre de cannes.

C'est après l'étude et la connaissance exacte des faits observés dans chacune de ces industries et des résultats fournis par l'analyse de ses produits en cours de travail, qu'il sera possible de reconnaître et d'indiquer les moyens spéciaux à chaque industrie, pour prévenir, empêcher ou diminuer les influences qui peuvent contribuer à la formation de la mélasse.

Fidèle au principe qui m'a servi de guide dans l'étude des industries du sucre, je procéderai d'abord par l'étude de la mélasse dans chacune de ces industries ; je demanderai à l'analyse de déterminer, en ce qui concerne le sucre, l'absence ou la présence du sucre incristallisable et de ses dérivés ; en ce qui concerne les sels et autres matières étrangères, leur présence ou leur absence, et par une espèce de synthèse des opérations du travail manufacturier, je remonterai à l'origine de la fabrication, d'abord aux premiers produits et aux produits suivants en cours de travail, afin de saisir et de suivre la cause première,

soit de leur absence, soit de leur présence dans le produit ultime de la fabrication, *la mélasse.*

Je n'entrerai pas, dans le chapitre XII, dans la description des procédés d'analyse employés ; ces procédés se trouvent décrits dans le 1er volume de cet ouvrage et spécialement avec tous les détails pratiques dans le chapitre IV (1).

Les résultats obtenus dans ces analyses y sont réunis dans une série de tableaux comprenant, dans un premier groupe, les analyses faites dans le laboratioire Dubrunfaut de 1874 à 1880, dans un deuxième groupe, les analyses faites dans mon laboratoire de 1884 à 1887.

L'altération du sucre cristallisable pendant les opérations de la fabrication et du raffinage des sucres bruts de betteraves et de cannes, mais particulièrement dans la fabrication du sucre de betteraves paraît, d'après les nombres fournis par l'analyse chimique industrielle, sous deux formes différentes principales :

1° Par la présence dans les mélasses de deux produits réducteurs accusés directement par l'emploi de la méthode cuprique. Liqueur Fehling ou autres.

Ces produits sont désignés, dans leur ensemble, sous le nom de principes réducteurs comprenant le glucose à l'état de sucre et les dérivés du glucose.

Ces deux produits diffèrent entre eux, en ce que le glucose, est à l'état d'un sucre fermentescible ; tandis que les dérivés du glucose ne sont pas fermentescibles, mais à l'état d'un acide combiné aux bases, ayant un pouvoir réducteur comme le glucose. Cet acide résulte de la décomposition du glucose sucre sous l'influence d'une base alcaline, telle que la potasse, la soude ou la chaux.

Dubrunfaut a établi que, sous l'influence de cette réaction, le glucose sucre avait perdu la moitié de son pouvoir réducteur.

L'existence du glucose à l'état de sucre et sa quantité

(1) H. Leplay, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, tome Ier, année 1883.

se trouvent déterminés par la méthode cuprique sur les liquides sucrés avant inversion et après leur traitement par le sous-acétate de plomb.

Les dérivés dans cette expérience sont précipités par le sous-acétate de plomb, et leur quantité constitue la différence constatée entre le titre cuprique avant et après le traitement par le sous-acétate de plomb ;

2° Par la présence dans la mélasse d'un sucre optiquement neutre, accusé par la différence que l'on observe dans le dosage du sucre cristallisable par la rotation directe et par la méthode cuprique après inversion.

Dans le cas de la présence de ce sucre, cette dernière méthode de dosage accuse toujours une plus grande quantité de sucre que par le dosage par rotation directe, et cette différence accuse la quantité de sucre optiquement neutre qui s'y trouve.

Ce sucre optiquement neutre est caractérisé, outre la perte de sa rotation par diverses propriétés faciles à percevoir. Il a perdu la propriété de cristalliser. Il n'a aucun pouvoir réducteur sur la liqueur cuprique avant inversion, il est fermentescible. Il est très diffusible, beaucoup plus diffusible que le sucre cristallisable et par conséquent se concentre dans les eaux d'exosmose dans de grandes proportions ; ces caractères physiques et chimiques constants auxquels nous pourrions en ajouter d'autres, comme sa non-précipitation par la baryte, dans certaines conditions, sont suffisants pour établir son existence (1).

3° Dans ces dernières années on a trouvé dans la mélasse divers produits nouveaux, la saccharine découverte par M. Péligot, la raffinose découverte par M. Loiseau. Ces différents produits ont des propriétés rotatoires à droite, semblables à celles du sucre cristallisable et même plus élevées, de telle sorte qu'elles contribuent également à fausser le dosage du sucre cristallisable par rotation directe ; on a obvié en partie à cet inconvénient

(1) H. Leplay, *De l'existence d'un sucre optiquement neutre et de ses dérivés*. Brochure, 1885.

en dosant ce sucre par la méthode Clerget ; c'est-à-dire par la rotation directe et inverse réunies.

La présence de ces divers produits et autres ayant des propriétés semblables, se trouve caractérisée par une différence en plus accusée par la rotation directe sur la méthode Clerget, et cette différence en plus représente un ensemble de matières à rotation directe plus élevée que celle du sucre que l'on désigne sous le nom de *matières dextrogyres.*

Dans les nombreuses analyses dont les résultats sont consignés dans les tableaux du chapitre nº XII, le glucose, les dérivés du glucose et le sucre optiquement neutre ont été dosés dans toutes les matières analysées, mélasses, masses cuites de 3e jet, de 2e jet et de 1er jet, ainsi que dans les sirops et mélasses provenant de ces masses cuites ; tandis que le dosage des matières dextrogyres plus récemment recommandé et plus incertain, ne s'y trouve que dans les analyses faites en 1886 et 1887.

Nous allons étudier dans les chapitres et les paragraphes suivants ces différents modes d'altération du sucre cristallisable, les influences sous lesquelles elles se produisent et les moyens à l'aide desquels on peut les éviter ou en empêcher la production.

Nous avons dit qu'il ne fallait pas confondre le phénomène que nous avons décrit sous le nom de fermentation avec la transformation du sucre cristallisable en glucose, et que cette dernière altération dans la fabrication du sucre de betteraves était toujours précédée de la fermentation.

Il est un caractère expérimental qui permet de déterminer la tendance des liquides sucrés en cours de travail à subir la fermentation, avant que ce genre d'altération ne soit assez prononcé pour apparaître avec tous ses caractères extérieurs.

Ces caractères, que nous pourrions désigner sous le nom de *moyen préventif*, ont été étudiés avec le plus grand soin dans le chapitre IV du Ier volume de cet ouvrage. Il est fondé sur ce fait que, lorsqu'on dessèche

un liquide sucré en cours de travail dans la fabrication et le raffinage du sucre de betteraves, en couche très mince sur une plaque de verre dans une étuve chauffée de 110° à 120°, la matière sèche présente des caractères très différents : tantôt elle est translucide, brillante, se fendille par refroidissement et éprouve ce que l'on appelle le *craquelage ;* tantôt elle se recouvre d'une mousse légère, tantôt cette mousse est plus épaisse, et même très épaisse, boursouflée, semblable à une tranche de pain d'épice.

Ces différents caractères sont dus à un dégagement de gaz qui se produit dans la couche de la matière sucrée pendant la dessiccation ; divers chimistes ont généralement cru à une altération du sucre par la température à laquelle a lieu la dessiccation et ils ont cherché à produire cette dessiccation dans des étuves à basse température et à courants d'air ou de gaz désséchés.

Nous avons reconnu que l'altération du sucre n'était pour rien dans ce phénomène, et nous en avons fait un caractère préventif précieux pour reconnaître la tendance des matières sucrées à éprouver la fermentation et, par suite, la transformation du sucre cristallisable en glucose, qui en est la suite inévitable. En effet, le gaz qui produit le boursouflement de la couche de matière sucrée pendant sa dessiccation est le même que celui qui se dégage pendant le phénomène de la fermentation dans les masses cuites en cristallisation : ce gaz est de l'acide carbonique et il suffit, pour faire disparaître cette mousse d'une manière complète, d'ajouter à la matière sucrée avant sa dessiccation, une très petite quantité de soude caustique pour obtenir une couche de matière sèche translucide, c'est-à-dire avec tous les caractères d'une matière sucrée, n'ayant plus aucune tendance à subir la fermentation.

Le moyen qui empêche la mousse pendant la dessiccation est également le moyen que l'on doit employer pour empêcher la fermentation dans les masses cuites en cristallisation.

L'absence ou la présence de mousse pendant la dessic-

cation de 110° à 120° en couches minces peut donc servir à déterminer la tendance des liquides à subir la fermentation, et l'on peut assurer que l'abondance et l'épaisseur de la mousse, indiquent parfaitement l'état plus ou moins avancé de cette fermentation et de la formation du glucose.

Aussi, nous avons eu grand soin, dans toutes les analyses rapportées au chapitre XII, de noter *les caractères de la dessiccation* dont il est utile de tenir compte dans l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans le travail des sucres.

CHAPITRE VI.

Étude sur la transformation du sucre cristallisable en sucre incristallisable ou glucose dans la fabrication et le raffinage du sucre de betteraves et de cannes.

Ce chapitre est divisé en quatre parties :

La première partie, comprend l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans la fabrication du sucre de betteraves;

La deuxième partie, l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans le raffinage du sucre de betteraves;

La troisième partie, l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans la fabrication du sucre de cannes;

La quatrième partie, l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans le raffinage des sucres de cannes. Chacune de ces questions sera examinée dans l'ordre où elles viennent d'être indiquées.

Ire PARTIE.

Étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans la fabrication du sucre de betteraves.

§ 2.

DE LA PRÉSENCE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LA MÉLASSE DES FABRIQUES DE SUCRE DE BETTERAVES.

Lorsqu'on examine les nombres fournis par l'analyse chimique industrielle des mélasses de fabriques de sucre de betteraves, tels qu'ils ont été obtenus dans le laboratoire de Dubrunfaut de 1874 à 1880, réunis dans le tableau nº 1, A, B, C, D, chapitre XII, représentant le glu-

cose dans les mélasses de sucrerie de betteraves produites dans les années de 1874 à 1880, provenant de divers pays très éloignés les uns des autres, tels que la France, la Belgique, la Hollande et l'Allemagne, on remarque qu'il se trouve, pour chaque pays, des mélasses qui ne contiennent pas de glucose; d'autres qui n'en contiennent que des traces, c'est-à-dire moins d'un millième de leur poids; d'autres qui contiennent du glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés du glucose, et enfin des mélasses qui ne contiennent pas de glucose à l'état de sucre, mais seulement des dérivés du glucose.

On a vu au chapitre II, d'après les analyses faites en 1844, qu'à cette époque et même de 1840 à 1850, la fabrication du sucre de betteraves en France produisait des mélasses qui ne contenaient pas de glucose; le glucose constaté par les analyses depuis cette époque, soit de 1862 à 1867, de 1874 à 1880, de 1884 à 1887, dans les fabriques de sucre de betteraves ne peut donc provenir que de la transformation du sucre cristallisable sous l'influence des changements qui se sont produits depuis 1850 dans les procédés de fabrication.

Les dérivés du glucose, comme l'ont établi les expériences de Dubrunfaut (1), proviennent également du glucose lui-même et représentent, comme le glucose, du sucre cristallisable disparu; mais le pouvoir réducteur de ces dérivés se trouve amoindri de moitié de celui du glucose, de telle sorte que 1 de dérivés accusé par la liqueur cuprique représente 2 de sucre cristallisable.

Les nombres groupés dans le tableau n° 1 représentent : 1° La quantité de glucose, abstraction faite de l'état sous lequel il se trouve dans la matière analysée; 2° la quantité de glucose à l'état de sucre fermentescible; 3° la quantité de glucose à l'état de dérivés non fermentescibles. En ramenant les nombres obtenus à 100 de sucre contenu dans la mélasse analysée, on fait pour chacun

(1) H. Leplay, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, p. 139 année 1883.

de ces nombres un instrument de comparaison désigné pour l'ensemble du glucose, sous le nom de *quotient principes réducteurs*, pour le glucose à l'état de sucre, *quotient glucosique sucre* et pour les dérivés, *quotient dérivés*. Ce dernier nombre trouvé par l'analyse a été doublé afin de représenter le sucre cristallisable transformé en glucose et par suite en dérivés.

Si l'on retranche du quotient principes réducteurs le quotient glucosique sucre, le nombre restant multiplié par 2, représente le quotient de dérivés; de plus, en additionnant le quotient glucosique sucre avec le quotient glucosique dérivés on obtient un nombre qui représente la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés pour 100 de sucre non transformé.

Ces distinctions, comme nous l'établirons dans la suite, ont une grande importance; ces différents quotients sont destinés à mesurer le degré d'altération du sucre cristallisable ramené à 100 de sucre non altéré que peuvent présenter entre elles les mélasses prises dans leur ensemble, soit pour un même pays, soit pour des pays différents.

La comparaison des mélasses glucosiques avec celles qui ne contiennent pas de glucose, ou qui ne contiennent que des dérivés du glucose, peut faire apprécier le degré de perfection de la fabrication dans les divers pays de production de sucre, mais aussi entre les fabriques d'un même pays et à des époques différentes.

Il est également nécessaire dans cette étude de tenir compte des mélasses dont la dessiccation en couche mince présente le caractère préventif de la mousse indiquant une tendance à la fermentation ; il n'est pas douteux qu'une mélasse présentant ce caractère, soumise à de nouvelles opérations comme l'osmose, n'éprouve la fermentation et par suite la transformation du sucre cristallisable en glucose.

En se reportant au tableau n° 1 du chapitre XII dans lequel ces caractères ont été indiqués pour chaque analyse sous le numéro d'ordre des déterminations, on

pourra reconnaître les mélasses dans lesquelles il n'existe aucune tendance à la fermentation et qui résultent d'une fabrication parfaite et celles qui présentent ces caractères plus ou moins avancés qui témoignent d'une fabrication défectueuse.

Les différents quotients indiqués ci-dessus, extraits du tableau n° 1 du chapitre XII, ont été reproduits dans le tableau suivant n° 1 sous le numéro d'ordre correspondant au tableau d'analyse générale des mélasses des fabriques de sucre de betteraves du chapitre XII.

Ils ont été partagés en deux groupes : le premier contient les analyses exécutées dans le laboratoire Dubrunfaut de 1874 à 1880.

Le deuxième groupe, les analyses exécutées dans mon laboratoire de 1884 à avril 1887.

TABLEAU N° 1 (1er GROUPE)

donnant le quotient principes réducteurs, le quotient glucosique sucre, le quotient glucosique dérivés, et la perte totale en sucre par 100 de sucre des mélasses de fabriques de sucre de betteraves situées dans différents pays suivant le tableau N° 1, A, B, C, D, chapitre XII.

Analyses exécutées dans le laboratoire Dubrunfaut de 1874 à 1880.

1 NUMÉROS d'ordre.	2 QUOTIENT réducteur total.	3 QUOTIENT glucosique sucre.	4 QUOTIENT dérivés du glucose.	5 TOTAL de la perte en sucre p. 100.
		France.		
2	3,88	1,33	5,10	6,43
3	0,38	0,00	0,76	0,76
5	14,44	13,25	2,38	15,63
6	6,35	0,00	12,70	12,70
7	1,86	1,18	1,36	2,54
15	3,94	3,00	1,88	4,88
20	14,47	10,12	8,70	18,82
23	1,05	0,00	2,10	2,10
24	3,97	3,17	1,60	4,77
26	1,11	0,00	2,22	2,22
27	1,06	0,00	2,12	2,12
31	3,55	0,00	7,10	7,10
32	3,95	0,00	7,90	7,90
33	16,56	13,42	6,28	19,70
41	21,37	11,85	19,04	30,89
47	2,46	0.00	4,92	4,92
48	25,08	19,87	10,42	30,29

1 NUMÉROS d'ordre.	2 QUOTIENT réducteur total.	3 QUOTIENT glucosique sucre.	4 QUOTIENT dérivés du glucose.	5 TOTAL de la perte en sucre p. 100.
51	9,38	0,00	18,76	18,76
52	3,39	0,00	6,78	6,78
54	3,48	0,00	6,96	6,96
55	3,12	0,00	6,24	6,24
61	1,96	0,78	2,36	3,14
62	1,87	0,33	3,08	3,41
68	1,47	0,00	2,94	2,94
69	2,29	0,00	4,58	4,58
		Belgique.		
4	2,36	0,71	3,30	4,01
7	5,95	4,36	3,18	7,54
11	2,97	2,25	1,44	3,69
15	5,06	0,54	9,04	9,58
17	2,22	0,00	4,44	4,44
21	6,05	3,92	4,26	8,18
24	0,46	0,00	0,92	0,92
28	57,31	39,34	35,94	75,28
36	11,21	7,94	6,54	14,48

1 NUMÉROS d'ordre.	2 QUOTIENT réducteur total.	3 QUOTIENT glucosique sucre.	4 QUOTIENT dérivés du glucose.	5 TOTAL de la perte en sucre p. 100.
41	2,49	0,00	4,98	4,98
43	11,21	0,00	22,42	22,42
47	2,02	0,00	4,04	4,04
		Hollande.		
2	2,99	0,64	4,70	5,34
		Allemagne.		
2	0,94	0,00	1,88	1,88
3	0,80	0,00	1,60	1,60
6	1,63	0,00	3,26	3,26
7	3,94	0,00	7,88	7,88
9	4,17	0,59	7,16	7,75
10	9,58	8,00	3,16	11,16
13	3,15	0,00	6,30	6,30

1 NUMÉROS d'ordre.	2 QUOTIENT réducteur total.	3 QUOTIENT glucosique sucre.	4 QUOTIENT dérivés du glucose.	5 TOTAL de la perte en sucre p. 100.
14	1,82	0,00	3,64	3,64
23	2,72	0,65	4,14	4,79
24	2,65	1,35	2,60	3,95
28	2,78	2,10	1,36	3,46
29	4,62	3,00	3,34	6,34
30	4,31	2,20	4,22	6,42
32	14,27	13,37	1,80	15,17
33	3,02	1,09	3,86	4,95
34	4,59	2,27	4,64	6,91
35	1,34	0,00	2,68	2,68
36	18,19	13,68	9,02	22,70
42	4,15	3,78	0,74	4,52
45	4,19	2,36	3,64	6,00
46	3,99	1,56	4,86	6,42

I.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DES ANALYSES DE MÉLASSES DE FABRIQUES DE SUCRE DE BETTERAVES SITUÉES DANS DIFFÉRENTS PAYS, AU POINT DE VUE DE LEUR TENDANCE A LA FERMENTATION ; DE L'EXISTENCE DU GLUCOSE A L'ÉTAT DE SUCRE ET A L'ÉTAT DE DÉRIVÉS DU GLUCOSE ET DE LA TOTALITÉ DU SUCRE CRISTALLISABLE DÉTRUIT.

PREMIER GROUPE (DE 1874 A 1880).

1° *Examen des mélasses au point de vue de leur tendance à la fermentation.*

En examinant dans le chapitre XII le tableau n° 1 donnant les nombres obtenus de l'analyse chimique industrielle des mélasses des fabriques de sucre de betteraves produites dans les années 1874 à 1880 dans différents pays, soit en France, Belgique, Hollande et Allemagne, on trouve que ces analyses ont porté sur des mélasses au nombre de 188 parmi lesquelles se trouvent :

Mélasses de fabriques françaises	78
— — belges	50
— — hollandaises	10
— — allemandes	50

Ces mélasses prises dans leur ensemble, et classées au point de vue de leur tendance à la fermentation accusée par l'absence ou la présence d'une mousse plus ou moins épaisse produite pendant leur dessiccation en couche mince, donnent :

Mélasses n'ayant aucune tendance à la fermentation	112	soit p. 100...	60
Mélasses ayant une légère tendance à la fermentation	9	—	5
Mélasses en fermentation	67	—	35

Ces mélasses se répartissent ainsi :

	Franç.	Belg.	Holland.	Allemand.
Mélasses n'ayant aucune tendance à la fermentation, p. 100..............	70	74	90	24
Mélasses ayant une légère tendance à la fermentation, p. 100............	6	2	0	6
Mélasses en fermentation, p. 100.....	24	24	10	70

2° *Examen des mélasses au point de vue du glucose à l'état de sucre et de dérivés du glucose.*

Les 188 mélasses analysées peuvent être classées ainsi :

Mélasses ne contenant pas de principes réducteurs.........................	86	soit p. 100...	46
Mélasses contenant des traces de principes réducteurs....................	43	—	22
Mélasses contenant du glucose, sucre et dérivés............................	33	—	18
Mélasses ne contenant que des dérivés.	26	—	14

Ces mélasses se répartissent ainsi pour chaque pays sur cent mélasses de chaque pays :

	Franç.	Belg.	Holland.	Allemand.
Mélasses ne contenant pas de principes réducteurs..................	58	56	60	14
Mélasses contenant des traces de principes réducteurs..................	10	20	30	44
Mélasses contenant du glucose à l'état de sucre et de dérivés.............	41	7	1	14
Mélasses ne contenant que des dérivés dosables........................	14	5	0	7

3° *Examen des mélasses au point de vue de la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés du glucose pour* 100 *de sucre cristallisable non transformé.*

Il résulte de l'examen de la colonne n° 5 du tableau précédent n° 1, que la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés du glucose pour 100 de sucre cristallisable non transformé est :

Pour les 25 mélasses glucosiques françaises,

$\frac{226,58}{25} = 9,06$, moyenne de sucre transformé en glucose et dérivés.

Pour les 12 mélasses glucosiques belges,

$\frac{159,56}{12} = 13,29$, moyenne, *id.*

Pour la mélasse glucosique hollandaise,

$\frac{5,37}{1} = 5,37$, moyenne, *id.*

Pour les 21 mélasses glucosiques allemandes,

$\frac{137,78}{21} = 6,57$, moyenne, *id.*

Il résulte de cette étude que de 1874 à 1880 sur 100 fabriques de sucre de betteraves situées dans divers pays, soit France, Belgique, Hollande et Allemagne :

60 produisent de la mélasse n'ayant aucune tendance à la fermentation,
5 ayant une légère tendance, *id.*,
35 étant en fermentation,

46 ne contenaient pas de principes réducteurs,
22 n'en contenaient que des traces,
18 contenaient du glucose à l'état de sucre et de dérivés.
14 contenaient du glucose à l'état de dérivés seulement.

Si l'on examine à ces mêmes points de vue les mélasses produites dans chaque pays, on trouve que, sur 100 fabriques,

En France :

70 produisaient la mélasse n'ayant aucune tendance à la fermentation,
6 avaient une légère tendance à la fermentation,
24 étaient en fermentation,

58 ne contenaient pas de sucres réducteurs,
10 contenaient des traces de principes réducteurs,

14 contenaient du glucose sucre et des dérivés,
18 ne contenaient que des dérivés.

En Belgique :

74 n'avaient aucune tendance à la fermentation,
2 avaient une légère tendance à la fermentation,
24 étaient en fermentation,

56 ne contenaient pas de principes réducteurs,
20 ne contenaient que des traces de principes réducteurs,
14 contenaient du glucose sucre et des dérivés,
10 ne contenaient que des dérivés.

En Hollande :

90 n'avaient aucune tendance à la fermentation,
10 étaient en fermentation,

60 ne contenaient pas de principes réducteurs,
30 contenaient des traces de principes réducteurs,
10 contenaient du glucose sucre et dérivés.

En Allemagne :

24 n'avaient aucune tendance à la fermentation,
6 avaient une légère tendance à la fermentation,
70 étaient en fermentation,

14 ne contenaient pas de principes réducteurs,
44 contenaient des traces de principes réducteurs,
28 contenaient du glucose sucre et dérivés,
14 ne contenaient que des dérivés.

Le glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés du glucose étant le résultat de la transformation du sucre cristallisable, on peut conclure des nombres ci-dessus *qu'il existe dans chaque pays de production de sucre de betteraves, particulièrement en France, Belgique, Hollande et Allemagne, des fabriques dans lesquelles le sucre cristallisable n'éprouve pas cette altération, d'autres*

dans lesquelles elle est plus ou moins profonde; à ces divers points de vue, ces différents pays peuvent être classés ainsi, sur 100 *fabriques*, existant :

En France......	42	fabriques transformaient du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.		
En Belgique	44	—	—	—
En Hollande	40	—	—	—
En Allemagne...	86	—	—	—

En ce qui concerne la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés, la France, la Belgique, la Hollande occupent à peu près le même rang; tandis que l'Allemagne se trouve à un rang bien inférieur, avec une différence d'environ 50 *p.* 100.

Tel était l'état de la fabrication du sucre de betteraves de 1874 à 1880 en France, Belgique, Hollande et Allemagne. Si l'on compare cet état avec celui de la fabrication du sucre de 1840 à 1850 d'après l'analyse des mélasses dont les nombres se trouvent reproduits dans le chapitre II de ce volume, établissant que pendant cette période, il ne se produisait pas de glucose dans la fabrication du sucre de betteraves, on est amené à conclure que : *au point de vue de la transformation du sucre cristallisable en glucose, la fabrication du sucre de betteraves présentait une grande infériorité dans la période de* 1874 *à* 1880 *sur la période de* 1840 *à* 1850.

Je vais maintenant examiner, par l'analyse chimique industrielle des mélasses produites de 1884 à 1887, les changements qui ont pu être produits dans la fabrication du sucre de betteraves aux différents points de vue qui viennent d'être étudiés pour les mélasses produites pendant la période de 1874 à 1880.

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES MÉLASSES DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

(DEUXIÈME GROUPE) DE 1884 A 1887.

Les analyses des mélasses produites de 1884 à 1887 ont porté exclusivement sur des mélasses provenant de fabriques situées en France, à l'exception de quelques-unes venant d'Allemagne dont je ferai connaître les résultats séparément.

Ces analyses se trouvent réunies dans le tableau n° 1 du chapitre XII et forment le deuxième groupe de ce tableau. Elles sont au nombre de 188 pour la France.

Les résultats obtenus de ces analyses seront considérés aux différents points de vue déjà examinés pour les mélasses du premier groupe, soit :

1° de la tendance à la fermentation ;
2° de l'existence du glucose à l'état de sucre et des dérivés du glucose ;
3° de l'existence des dérivés sans glucose à l'état de sucre ;
4° de la quantité de sucre cristallisable altéré, c'est-à-dire transformé en glucose et en dérivés par rapport à 100 de sucre non altéré.

Il n'a été réuni dans le tableau suivant que les mélasses contenant du glucose et des dérivés dosables ; pour déterminer le nombre des mélasses qui n'ont pas de tendance à la fermentation, ou qui ont cette tendance et même sont déjà en fermentation, ainsi que celles qui ne contiennent pas de glucose ou qui n'en contiennent que des traces non dosables, on aura recours au tableau n° 1, deuxième groupe du chapitre XII.

TABLEAU N° 1 (2e GROUPE).

Analyses de mélasses de betteraves produites en France et exécutées dans mon laboratoire de 1884 à avril 1887.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2,15	0,00	4,30	4,30	54	1,55	Traces	3,10	3,10
2	1,22	0,00	2,44	2,44	57	1,10	Traces	2,20	2,20
3	2,80	0,00	5,60	5,60	58	1,94	Traces	3,88	3,88
4	0,74	0,00	1,48	1,48	59	1,53	Traces	3,06	3,06
5	0,81	0,00	1,62	1,62	61	0,65	Traces	1,30	1,30
9	1,12	0,00	2,24	2,24	64	10,20	3,06	14,28	17,34
11	2,42	0,00	4,84	4,84	65	1,75	Traces	3,50	3,50
12	14,28	4,08	20,40	24,48	67	4,32	1,98	4,68	6,66
13	4,67	0,00	9,34	9,34	68	5,12	2,43	5,38	7,81
20	0,73	0,00	1,46	1,46	69	1,54	Traces	3,08	3,08
22	1,71	0,00	3,42	3,42	70	1,66	Traces	3,32	3,32
23	1,57	Traces	3,14	3,14	71	1,49	0,00	2,98	2,98
24	4,38	0,00	8,76	8,76	72	1,68	Traces	3,36	3,36
25	13,42	2,89	21,06	23,95	73	1,00	0,00	2,00	2,00
26	8,04	2,31	11,46	13,77	74	6,12	3,22	5,80	9,02
27	11,12	4,08	14,08	18,16	75	1,68	0,00	3,36	3,36
28	12,90	4,26	17,28	21,54	76	4,22	1,36	5,72	7,08
29	2,99	0,00	5,98	5,98	77	1,35	Traces	2,70	2,70
31	13,48	4,83	17,30	22,13	78	1,40	0,00	2,80	2,80
33	2,80	Traces	5,60	5,60	80	1,06	0,00	2,12	2,12
34	3,05	Traces	6,10	6,10	81	1,19	Traces	2,38	2,38
35	1,14	0,00	2,28	2,28	82	1,42	Traces	2,84	2,84
36	14,05	3,12	21,86	24,98	83	1,51	Traces	3,02	3,02
37	3,44	Traces	6,88	6,88	88	2,22	Traces	4,44	4,44
43	10,93	1,66	18,54	20,20	89	0,99	Traces	1,98	1,98
44	1,57	0,00	3,14	3,14	90	4,70	1,60	6,20	7,80
45	2,00	0,00	4,00	4,00	91	1,24	0,00	2,48	2,48
46	2,20	0,00	4,40	4,40	93	5,48	1,43	8,10	9,53
48	1,40	0,00	2,80	2,80	94	6,39	1,56	9,66	11,22
49	59,60	32,78	53,64	86,42	95	6,51	1,68	9,66	11,34
50	6,42	Traces	12,84	12,84	96	4,00	1,20	5,60	6,80

1	2	3	4	5
103	11,73	3,31	16,84	20,15
104	2,08	0,00	4,16	4,16
106	13,58	4,68	17,80	22,48
111	2,20	0,00	4,40	4,40
115	8,04	3,04	10,00	13,04
116	2,63	Traces	5,26	5,26
117	17,60	14,48	6,24	20,72
119	0,93	0,00	1,86	1,86
120	7,02	2,81	8,42	11,23
121	1,44	Traces	2,88	2,88
122	1,20	Traces	2,40	2,40
123	6,86	2,91	7,90	10,81
125	1,49	Traces	2,98	2,98
129	2,42	Traces	4,84	4,84
130	1,18	Traces	2,36	2,36
134	27,52	9,83	35,38	45,21
135	1,14	Traces	2,28	2,28
136	1,29	Traces	2,58	2,58
137	1,35	Traces	2,70	2,70
138	1,05	Traces	2,10	2,10
139	4,38	Traces	8,76	8,76
140	4,01	Traces	8,02	8,02
141	1,06	Traces	2,12	2,12
143	1,36	0,00	2,72	2,72
144	1,03	0,00	2,06	2,06
146	1,24	Traces	2,48	2,48
147	1,02	0,00	2,04	2,04
148	1,07	Traces	2,14	2,14
149	2,46	Traces	4,92	4,92
150	2,06	Traces	4,12	4,12
151	2,89	Traces	5,78	5,78
152	2,28	Traces	4,56	4,56
153	1,10	Traces	2,20	2,20

1	2	3	4	5
154	1,07	0,00	2,14	2,14
157	1,08	0,00	2,16	2,16
159	1,22	0,00	2,44	2,44
160	3,74	1,12	5,24	6,36
166	1,66	0,00	3,32	3,32
169	1,26	Traces	2,52	2,52
170	1,24	Traces	2,48	2,48
171	1,17	Traces	2,34	2,34
172	6,38	1,80	9,16	10,96
173	1,12	Traces	2,24	2,24
174	0,62	2,53	8,18	10,71
175	1,40	Traces	2,80	2,80
176	1,42	Traces	2,84	2,84
177	0,85	Traces	1,70	1,70
178	1,72	Traces	3,44	3,44
180	1,27	0,00	2,54	2,54
181	5,21	1,70	7,02	8,72
182	1,38	Traces	2,76	2,76
183	1,27	Traces	2,54	2,54
186	1,43	0,00	2,86	2,86
187	1,29	0,00	2,58	2,58
188	1,23	0,00	2,46	2,46

***Produites en Allemagne en* 1887.**

1	2,94	0,00	5,88	5,88
2	4,00	0,00	8,00	8,00
3	1,83	0,00	3,66	3,66
4	1,47	0,00	2,94	2,94
5	1,60	0,00	3,20	3,20
7	1,25	0,00	2,50	2,50
8	5,51	1,54	7,94	9,48

1° *Examen des mélasses du 2e groupe au point de vue de leur tendance à la fermentation.*

Sur les 188 mélasses analysées :
116 mélasses n'avaient aucune tendance à la fermentation, soit 62 p. 100,
27 avaient une légère tendance à la fermentation, soit 15 p. 100,
45 étaient en fermentation, soit 23 p. 100.

2° *Examen des mélasses du 2e groupe au point de vue du glucose à l'état de sucre et de dérivés du glucose.*

Sur les 188 mélasses analysées :
10 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 5 p. 100,
61 contenaient des traces de sucres réducteurs, soit 33 p. 100,
80 contenaient du glucose à l'état de principes et de dérivés, soit 42 p. 100,
37 ne contenaient que des dérivés, soit 20 p. 100.

3° *Examen des mélasses du 2e groupe au point de vue de la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés par rapport à 100 de sucre non transformé.*

Le nombre total pour les 80 mélasses contenant du glucose à l'état de sucre et de dérivés, et les 37 ne contenant que des dérivés soit ensemble 117, est de 832,06. En divisant ce nombre par 117 on obtient la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés par 100 de sucre non transformé, soit :

$$\frac{832,06}{117} = 7,11, \text{ moyenne.}$$

La perte en sucre a donc été en moyenne dans les 117 mélasses contenant du glucose et des dérivés, de 7,11 p. 100 de sucre cristallisable non transformé.

Comparaison des nombres obtenus de l'analyse des mélasses dans la 1re et dans la 2e période.

Si l'on compare les nombres obtenus de l'analyse des masses cuites produites pendant cette 2e période de fabrication 1884 à 1887, avec ceux obtenus de l'analyse des mélasses produites pendant la 1re période de 1874 à 1880 on trouve les résultats suivants ramenés à 100 :

	1re période.	2e période.
Mélasses n'ayant aucune tendance à la fermentation	70	62
Mélasses ayant une légère tendance à la fermentation	6	15
Mélasses en fermentation	24	23
Mélasses ne contenant pas de principes réducteurs	58	5
Mélasses contenant des traces de principes réducteurs	10	33
Mélasses contenant du glucose à l'état de sucre et dérivés	11	42
Mélasses ne contenant que des dérivés du glucose	14	20

Il résulte de la comparaison de ces nombres *que dans la période actuelle de* 1884 *à* 1887, *les fabriques de sucre qui produisent les mélasses n'ayant aucune tendance à la fermentation sont moins nombreuses que dans la période de* 1874 *à* 1880 *dans la proportion de* 62 *à* 70*;*

Que les différences observées entre les deux périodes portent en plus pour la période actuelle :

Sur la tendance des mélasses à la fermentation dans la proportion de 15 *à* 6*;*

Sur la présence de traces de principes réducteurs de 33 *à* 10*;*

Sur la présence du glucose à l'état de sucre et de dérivés de 42 *à* 11*;*

Sur la présence de dérivés sans glucose de 20 *à* 14*;*

Que les mélasses en fermentation sont à peu près en même proportion dans les deux périodes, soit de 23 *à* 24 *p.* 100.

Quant à la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés par rapport à 100 *de sucre cristallisable non transformé, il était dans la* 1re *période de* 9,06 *p.* 100 *et dans la* 2e *période de* 7,11 *p.* 100.

La conclusion forcée, rigoureuse à tirer de ces différents résultats de l'analyse des mélasses à ces différentes époques est que la fabrication du sucre de betteraves considérée au point de vue de la perte en sucre cristallisable par sa transformation en glucose et en dérivés du glucose, pendant les opérations de la fabrication, au lieu d'aller en s'améliorant, va sans cesse en déclinant depuis l'année 1850 *jusqu'à l'époque actuelle* 1887.

Nous n'avons pas eu l'occasion dans ces dernières années d'analyser beaucoup de mélasses provenant des pays étrangers, quoiqu'il en arrive des quantités considérables en France ; le motif en est que, occupés exclusivement de l'examen des mélasses au point de vue de l'application de l'osmose et les mélasses étrangères n'entrant en France que pour la distillerie, il ne nous en a été adressé que quelques échantillons dont 8 ont été complètement analysés.

L'analyse en a été reproduite dans le tableau n° 1, 2e groupe, chapitre XII, à la suite des mélasses françaises dont les résultats de l'analyse viennent d'être examinés. Quoique ce nombre soit très restreint, il peut servir à établir d'une manière approximative l'état présent de la fabrication du sucre en Allemagne.

Ainsi, au point de vue de la tendance à la fermentation accusée par la formation de la mousse pendant la dessiccation en couches minces, sur 8 mélasses, 2 donnaient de la mousse.

Au point de vue de la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés, une contenait des traces de glucose.

Une contenait du glucose à l'état de sucre et des dérivés représentant en sucre transformé en glucose 9,48 p. 100 de sucre non transformé.

6 ne contenaient que des dérivés représentant en sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés en moyenne 4,36.

Ces analyses faites sur des mélasses venant d'Allemagne produites pendant l'année 1886 *confirment donc les conclusions qui précèdent.*

§ 3.

DE L'ORIGINE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

Ce paragraphe est destiné à la recherche de l'origine du glucose et des dérivés du glucose, c'est-à-dire à quelle phase de la fabrication le sucre cristallisable se transforme en glucose, déterminée par l'analyse des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves; soit dans la matière première, la betterave :

Dans les masses cuites de 1er jet,
— les sirops d'égout de 1er jet,
— les masses cuites de 2e jet,
— les sirops d'égout de 2e jet,
— les masses cuites de 3e jet,

pendant la 1re période comprise entre 1874 et 1880 et dans les mêmes produits pendant la 2e période de 1884 à 1887.

I.

EXAMEN DE LA BETTERAVE AU POINT DE VUE DE L'ORIGINE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

La betterave arrivée à maturité ne contient pas de glucose; cependant plusieurs chimistes ont constaté que pendant sa croissance, elle contient toujours une matière réductrice qui se comporte comme le glucose avec la liqueur cuprique, et l'on a conclu que la betterave comme certaines tiges sucrées, la canne à sucre, le sorgho sucré, le maïs contenait toujours une certaine quantité de

sucres réducteurs qui diminue ou disparaît à mesure que la maturité s'avance ; on s'est même prévalu de ce fait pour établir, d'une manière générale, que dans les végétaux saccharigènes le sucre réducteur précède la formation du sucre prismatique (saccharose) et disparaît au fur et à mesure de la formation de ce sucre, et l'on s'en est servi comme d'une démonstration de la théorie qui considère la *saccharose* comme le produit de la réunion synthétique des deux sucres contenus dans le sucre interverti c'est-à-dire du glucose et du lévulose. (Nous reviendrons sur cette question en traitant des plantes saccharigènes.)

Quant au fait de la présence du glucose dans la betterave pendant sa croissance, il n'est peut être pas suffisamment établi ; l'identité de la matière réductrice avec le glucose n'est peut être pas suffisamment justifiée. Dans tous les cas à sa maturité, au moment de la récolte, la betterave ne paraît plus contenir de principe réducteur ; il n'en est pas de même de la betterave soumise au travail journalier de la fabrication du sucre pendant toute la durée de la campagne. Conservée pendant un temps plus ou moins long soit en tas, soit en silos, elle y subit, surtout lorsqu'elle s'échauffe et végète, une altération qui transforme le sucre cristallisable en glucose.

Les betteraves surtout vers la fin de la campagne contiennent toujours une plus ou moins grande quantité de sucres réducteurs, on en rencontre dont l'extérieur présente tous les caractères d'une betterave saine et qui cependant contiennent jusqu'à 3 à 4 p. 100 de glucose : c'est à cette altération du sucre dans la betterave que l'on attribue l'amoindrissement du rendement en sucre dans le dernier mois de la fabrication ou lorsque la fabrication se prolonge au delà de décembre.

Lorsque le jus de betteraves contient du glucose, il est détruit dans l'opération de la défécation par l'emploi de la chaux, et se trouve transformé en acides glucique et apoglucique, qui se combinent à la chaux ; en cet état il constitue, comme il a été dit plus haut, un dérivé de glucose qui titre encore par les liqueurs cupriques.

C'est à cette action de la chaux sur le glucose qu'est due la couleur jaune du jus de betteraves dans la défécation sans acide carbonique, couleur qui devient de plus en plus foncée à mesure que la campagne se prolonge et que la betterave est restée plus longtemps en conservation.

Les sels de chaux existant dans les jus et sirops après la défécation proviennent en grande partie de cette réaction, mais une portion se précipite pendant la saturation carbonique.

Dans la défécation trouble et la double carbonatation la même réaction se produit, mais le sel de chaux formé se trouve précipité en bien plus grande quantité; souvent même lorsque cette opération est bien conduite, comme nous l'indiquerons plus loin, tous les sels de chaux contenus dans le jus se trouvent précipités.

La méthode cuprique pratiquée sur les jus et sirops en cours de travail après l'opération de la saturation carbonique, ne peut donc pas donner la mesure même approximative du glucose existant dans la betterave et formé depuis l'arrachage aux dépens du sucre cristallisable, puisqu'une grande partie des dérivés de glucose, et même quelquefois tous les dérivés de glucose qui titrent par la méthode cuprique se trouvent éliminés par la saturation carbonique, la défécation trouble et la double carbonatation.

L'absence de glucose et de dérivés du glucose dans les mélasses ne prouve donc pas qu'il n'a pas existé de glucose dans les jus avant la défécation. La présence des dérivés du glucose dans la mélasse établit au contraire qu'il existait du glucose dans le jus avant la défécation; elle ne peut servir à en déterminer la quantité, mais seulement un minimum. En effet, l'absence de ces dérivés n'indique pas d'une manière absolue qu'ils n'existaient pas après la défécation, car Dubrunfaut a établi que ces dérivés du glucose à l'état d'apoglucates et de glucates, en ébullition dans des liquides contenant des alcalis caustiques, potasse et soude, existant généralement dans les

jus et sirops après défécation, perdent complètement leur pouvoir réducteur (1).

Enfin, puisque le glucose à l'état de sucre se trouve détruit dans la défécation, la présence du glucose à l'état de sucre dans la mélasse est toujours un produit formé pendant le travail de la fabrication et par les vices de ce travail lui-même, et comme il ne pouvait exister immédiatement après l'opération de la défécation, il n'a pu prendre naissance que dans les opérations qui suivent.

Ainsi, les dérivés du glucose contenus dans la mélasse démontrent la préexistence du glucose dans la betterave par suite d'un vice dans sa conservation.

Les dérivés du glucose dans la mélasse démontrent encore un vice dans les opérations de défécation et de double carbonatation qui n'ont pas éliminé ces dérivés alors qu'il était possible de le faire.

La présence du glucose à l'état de sucre dans la mélasse démontre un vice dans les opérations de la fabrication, dont le résultat est de transformer une partie du sucre cristallisable en glucose dans les opérations qui suivent la défécation jusqu'à l'extraction de la mélasse; transformation que l'on peut éviter et que l'on évite dans les opérations des fabriques qui produisent la mélasse sans glucose, ni dérivés du glucose.

Il résulte de ce qui précède que :

1° *La betterave arrivée à maturité ne contient pas de glucose ;*

2° *La betterave ayant subi des altérations ou ayant végété pendant sa conservation contient toujours du glucose;*

3° *Le glucose, pendant les diverses opérations de la défécation à la chaux se trouve toujours transformé en un acide qui s'unit à la chaux et constitue un produit*

(1) H. Leplay, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, tome Ier, p. 136.

dérivé du glucose en perdant au minimum la moitié de son pouvoir réducteur sur la liqueur cuprique;

4° *Le jus de betteraves après défécation ne peut plus renfermer de glucose à l'état de sucre, mais seulement des dérivés du glucose;*

5° *Ces dérivés du glucose ne représentent dans aucun cas tout le glucose qui existait dans la betterave avant la défécation; parce que ces dérivés ont été éliminés en tout ou en partie dans les opérations de la saturation carbonique de la défécation trouble et de la double carbonatation, et ne peuvent représenter qu'un minimum de sucre cristallisable transformé et perdu.*

6° *Les dérivés du glucose lorsqu'il en reste dans le jus après défécation subissent eux-mêmes une transformation sous l'influence des alcalis, potasse et soude, qui existent souvent dans les jus et sirops de betteraves après la défécation et qui leur font perdre leur action réductrice sur la liqueur cuprique.*

7° *Lorsqu'on constate, dans les jus et sirops en cours de fabrication et dans la mélasse dernier produit du travail, la présence du glucose à l'état de sucre, ce glucose provient inévitablement d'un vice dans la fabrication qui a transformé une quantité plus ou moins grande de sucre cristallisable en glucose.*

8° *Ce n'est donc pas dans la betterave qu'il convient de rechercher la cause de la présence du glucose sucre, des dérivés du glucose et de la perte en sucre cristallisable qui en résulte, mais dans les opérations qui suivent la défécation.*

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

PREMIER GROUPE (DE 1874 A 1880).

Le tableau suivant n° 2 résume :

1° Le quotient réducteur total, colonne n° 2;

2° Le quotient glucosique sucre et dérivés, n° 3 ;

3° Le quotient glucosique dérivés, n° 4;

4° et la perte totale en sucre cristallisable, n° 5, dans les matières sucrées en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves pour cent de sucre non transformé, soit :

1° Dans les masses cuites de 1er jet;
2° — les sirops d'égout de 1er jet;
3° — les masses cuites de 2e jet;
4° — les sirops d'égout de 2e jet;
5° — les masses cuites de 3e jet.

PREMIER GROUPE 1874 A 1880.

TABLEAU N° 2.

Donnant les résultats de l'analyse des matières sucrées en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves, d'après les tableaux N° 2 A-B. N° 3 A, N° 4 A, N° 5 A-B, N° 6 A du chapitre XII.

		1	2	3	4	5
PROVENANCE.	PRODUITS.	NUMÉRO d'ordre.	QUOTIENT réducteur total.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT glucosique dérivés.	SUCRE cristallisable détruit pour 100 de sucre.
France.	Masses cuites 1er jet.	2	0,53	0,00	1,06	1,06
		32	1,33	0,00	2,66	2,66
		33	4,74	4,46	0,56	5,02
Belgique.	Idem.	1	0,31	0,00	0,62	0,62
France.	Égouts de 1er jet.	13	1,68	1,38	0,60	1,98
		14	5,00	4,74	0,52	5,26
		15	4,34	4,34	0,00	4,34
France.	Masses cuites de 2e jet.	1	2,17	0,00	4,34	4,34
		2	0,58	0,00	1,16	1,16
France.	Égouts de 2e jet.	1	4,54	2,86	3,36	6,22
		5	4,06	0,88	6,36	7,24
		8	1,06	0,70	0,72	1,42
		13	8,89	4,70	8,38	13,08
		22	2,48	1,03	2,90	3,93
		25	1,41	0,00	2,82	2,82
		28	3,64	2,45	2,38	4,83
		30	3,37	2,59	1,56	4,15
		32	0,97	0,00	1,94	1,94
		34	2,56	0,00	5,12	5,12

		1	2	3	4	5
PROVENANCE.	PRODUITS.	NUMÉRO d'ordre.	QUOTIENT réducteur total.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT glucosique dérivés.	SUCRE cristallisable détruit pour 100 de sucre.
France.	Égouts de 2e jet.	56	1,91	0,00	3,82	3,82
		58	5,49	0,00	10,98	10,98
Belgique.	Idem.	6	3,52	3,04	0,96	4,00
		7	2,26	0,71	3,10	3,81
		8	1,12	0,54	1,16	1,70
		9	5,06	2,56	5,00	7,56
		21	2,49	0,00	4,98	4,98
		22	5,81	1,55	8,52	10,07
France.	Masses cuites de 3e jet.	1	4,54	2,86	3,36	6,22
		2	3,21	0,00	6,42	6,42
		3	1,21	0,00	2,42	2,42
		4	2,98	0,00	5,96	5,96
		5	4,69	0,00	9,38	9,38
		7	0,88	0,00	1,76	1,76
		10	9,49	4,19	10,60	14,79

1° *Examen des produits en cours de travail, au point de vue de leur tendance à la fermentation.*

Masses cuites de 1er jet.

France.

45 masses cuites de 1er jet ont été analysées et ont donné :

42 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 93 p. 100.

3 étaient en fermentation, soit 7 p. 100.

Belgique.

9 masses cuites de 1er jet ont été analysées et ont donné :

9 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 100 p. 100.

Sirops d'égout de 1er jet.

France.

23 sirops d'égout de 1er jet ont été analysés et ont donné :

16 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 69 p. 100.

4 ayant une légère tendance à la fermentation, soit 17 p. 100.

3 étaient en fermentation, soit 14 p. 100.

Masses cuites de 2e jet.

France.

18 masses cuites de 2e jet ont été analysées et ont donné :

10 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 55 p. 100.

4 ayant une légère tendance à la fermentation, soit 22 p. 100.

4 étaient en fermentation, soit 23 p. 100.

Sirops d'égout de 2e jet.

France.

73 sirops d'égout de 2e jet ont été analysés et ont donné :

51 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 69 p. 100.

4 avaient une légère tendance à la fermentation, soit 5 p. 100.

18 étaient en fermentation, soit 26 p. 100.

Belgique.

26 sirops d'égout de 2e jet, provenant de Belgique, ont donné :

19 n'avaient aucune tendance à la fermentation, soit 73 p. 100.

7 étaient en fermentation, soit 27 p. 100.

Masses cuites de 3e jet.

12 masses cuites de 3e jet ont été analysées et ont donné :

5 n'avaient aucune tendance à la fermentation, soit 41 p. 100.

7 étaient en fermentation, soit 59 p. 100.

2° *Examen des produits en cours de travail, au point de vue du glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés du glucose* (Voir tableaux ci-dessus indiqués).

Les produits en cours de fabrication peuvent être ainsi classés, au point de vue du glucose à l'état de sucre et des dérivés du glucose, soit :

Masses cuites de 1er jet.

France.

Sur les 45 masses cuites de 1er jet analysées,

30 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 66 p. 100.

12 en contenaient seulement des traces, soit 26 p. 100.

1 contenait du glucose à l'état de sucre et de dérivés, soit 2 p. 100.

2 ne contenaient que des dérivés, soit 6 p. 100.

Belgique.

Sur les 9 masses cuites de 1er jet analysées, venant de Belgique,

7 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 77 p. 100.

1 ne contenait que des traces, soit 11 p. 100.
Aucune ne contenait de glucose à l'état de sucre.
1 contenait des dérivés du glucose, soit 12 p. 100.

Sirops d'égout de 1er jet.

France.

Sur les 23 sirops d'égout de 1er jet analysés,

13 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 57 p. 100.
7 ne contenaient que des traces, soit 32 p. 100.
2 contenaient du glucose à l'état de sucre et dérivés, soit 7 p. 100.
1 ne contenait que du glucose, soit 4 p. 100.

Masses cuites de 2e jet.

France.

Sur les 18 masses cuites de 2e jet analysées,

12 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 66 p. 100.
4 n'en contenaient que des traces, soit 23 p. 100.
Aucune ne contenait du glucose à l'état de sucre.
2 ne contenaient que des dérivés du glucose, soit 11 p. 100.

Sirops d'égout de 2e jet.

France.

Sur les 73 sirops d'égout de 2e jet analysés,

47 ne contenaient pas de sucres réducteurs, soit 64 p. 100.
14 contenaient des traces de sucres réducteurs, soit 19 p. 100.
7 contenaient du glucose à l'état de sucre et dérivés, soit 10 p. 100.
5 ne contenaient que des dérivés, soit 7 p. 100.

Belgique.

Sur les 26 sirops d'égout de 2e jet, de Belgique,

13 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 50 p. 100.

7 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 27 p. 100.

5 contenaient du glucose à l'état de sucre et dérivés, soit 20 p. 100.

1 à l'état de dérivés seulement, soit 3 p. 100.

Masses cuites de 3e jet.

France.

Sur les 12 masses cuites de 3e jet analysées,

3 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 25 p. 100.

2 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 17 p. 100.

2 contenaient du glucose et des dérivés du glucose, soit 17 p. 100.

5 ne contenaient que des dérivés, soit 41 p. 100.

3° *Examen des produits en cours de travail, au point de vue de la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés du glucose, par rapport à* 100 *de sucre non transformé.*

Il résulte de l'examen de la colonne n° 5, du tableau précédent, n° 2, que la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés pour 100 de sucre cristallisable non transformé est, pour les masses cuites françaises de 1er jet, au nombre de 3 :

$$\frac{8,74}{3} = 2,91, \text{ en moyenne.}$$

Pour la masse cuite de 1er jet belge :

$$\frac{0,62}{1} = 0,62, \text{ en moyenne.}$$

Pour les égouts de 1er jet des fabriques françaises, au nombre de 3 :

$$\frac{11,58}{3} = 3,86, \text{ en moyenne.}$$

Pour les masses cuites de 2e jet, au nombre de 2 pour la France :

$$\frac{5,50}{2} = 2,25, \text{ en moyenne.}$$

Pour les égouts de 2e jet, au nombre de 12 pour la France :

$$\frac{65,55}{12} = 5,46, \text{ en moyenne.}$$

Pour les égouts de 2e jet, au nombre de 6 pour la Belgique :

$$\frac{32,12}{6} = 5,35, \text{ en moyenne.}$$

Pour les masses cuites de 3e jet, au nombre de 7 pour la France :

$$\frac{46,95}{7} = 6,70, \text{ en moyenne.}$$

Le tableau suivant, n° 3, résume les différents caractères étudiés ci-dessus dans les divers produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves, dans la période comprise entre les années 1874 à 1880, pour 100 fabriques :

TABLEAU N° 3

résumant les caractères étudiés ci-dessus des différents produits en cours de travail dans la période comprise entre les années 1874 *à* 1880.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DÉSIGNATION DES PRODUITS.	Origine.	Sans fermentation.	Tendance à la fermentation.	Fermentation.	Sans principes réducteurs.	Traces de principes réducteurs.	Glucoses et dérivés.	Dérivés seulement.	Sucre cristallisable détruit.
Masses cuites de 1er jet	France.	93	0	7	66	26	2	6	2,91
Id.	Belgique.	100	0	0	77	11	0	12	0,62
Sirops d'égout de 1er jet	France.	69	17	14	57	32	7	4	3,86
Masses cuites de 2e jet	France.	55	22	23	66	23	0	11	2,25
Sirops d'égout de 2e jet.............	France.	69	5	26	64	19	10	7	5,46
Id	Belgique.	73	0	27	50	27	20	3	5,35
Masses cuites de 3e jet..............	France.	41	0	59	25	17	17	41	6,70
Mélasses..........................	»	70	6	24	58	10	11	14	9,06

Il résulte des nombres contenus dans le tableau n° 3, qu'en comparant les caractères fournis par les masses cuites 1er jet avec les mêmes caractères fournis par les masses cuites 3e jet, on arrive à ces conclusions que dans ces masses cuites :

	1er jet.		3e jet.
L'absence complète de fermentation représentée par	93 *p.* 100	*est tombée à*	44
La fermentation représentée par	7 *p.* 100	*s'est élevée à*	59
L'absence du glucose et dérivés représentée par	66 *p.* 100	*est tombée à*	25
Le principe réducteur représenté par des traces par	26 *p.* 100	*est tombé à*	17
Le glucose à l'état de sucre et de dérivés qui indiquent une transformation du sucre cristallisable en permanence représenté par	2 *p.* 100	*s'est élevé à*	17
Les dérivés du glucose sans glucose à l'état de sucre représentés par	6 *p.* 100	*se sont élevés à*	44
Enfin, le sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés p. 100 *de sucre non transformé représenté en moyenne par*	2,91 *p.* 100	*s'est élevé à*	6,70
Et dans la mélasse à			9,06

Il existe donc une cause permanente de transformation du sucre cristallisable en glucose, dans le travail des bas produits compris entre la masse cuite de 1er *et de* 3e *jet dans la fabrication du sucre de betteraves, qu'il est possible de suivre par les différents caractères fournis par l'analyse chimique tels qu'ils viennent d'être étudiés.*

Les nombres obtenus des produits intermédiaires entre les masses cuites de 1er *et* 3e *jet établissent que cette transformation va sans cesse en augmentant à mesure que les produits se rapprochent de la masse cuite de* 3e *jet.*

III.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

DEUXIÈME GROUPE (DE 1884 A 1887).

Les résultats obtenus par les analyses des différents produits en cours de travail, depuis la masse cuite de 1er jet jusqu'à la mélasse au point de vue de leur tendance à la fermentation et à la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose, m'ont conduit à continuer cette même étude sur les mêmes produits qui sont journellement envoyés à mon laboratoire pour les analyses au point de vue de l'application de l'osmose.

En effet, on peut assurer que tout liquide sucré, sirop ou mélasse ayant une tendance à la fermentation, soumis à l'osmose, donnera naissance à des masses cuites osmosées qui entreront en fermentation pendant leur cristallisation et formeront inévitablement du glucose; or le glucose formé est une perte en sucre cristallisable que l'osmose est impuissante à régénérer.

De plus s'il est possible, lorsqu'un sirop ou mélasse donne les caractères de la tendance à la fermentation, d'en arrêter les effets, les moyens employés deviennent inefficaces lorsque le glucose s'y trouve en notable quantité, et dans ce cas il continue à se former pendant le travail de l'osmose de la cuite et de la cristallisation des masses cuites osmosées.

De plus, si l'on cherche à arrêter la fermentation comme on le fait trop souvent en ajoutant dans les sirops et masses cuites du lait de chaux, la chaux par sa réaction sur le glucose forme des glucates et des apoglucates qui, n'étant pas diffusibles, s'accumulent dans les produits osmosés et paralysent souvent dans une grande proportion la cristallisation du sucre dans les masses cuites.

C'est donc une des conditions de succès de l'osmose, d'obliger à des analyses qui constatent les caractères qui indiquent les tendances à la fermentation et l'altération du sucre cristallisable dans tous les produits en cours de travail dans la fabrication du sucre.

Dans tous les cas, quel que soit le procédé employé pour l'extraction du sucre de la mélasse, soit par les sucrates insolubles de chaux, de baryte et de strontiane ou de tout autre procédé, la présence du glucose indique non seulement une proportion de sucre cristallisable perdu, mais créé en même temps des difficultés pour extraire le sucre non détruit.

C'est surtout sur les masses cuites de 1er jet que l'analyse doit être pratiquée à ce point de vue. Il est assez rare que l'altération du sucre y soit assez avancée pour empêcher d'appliquer dans le produit immédiat qui en dérive, c'est-à-dire dans le sirop d'égout de ces masses cuites de 1er jet les moyens d'éviter ces altérations ; c'est par suite de cette nécessité que l'analyse des masses cuites de 1er jet, qui n'avait porté que sur 45 dans la 1re période de 1874 à 1880, s'est élevée dans la 2e période de 1884 à 1887 à 188 masses cuites.

Le tableau suivant n° 4 reproduit les quantités du glucose et de dérivés contenus dans les produits en cours de travail dans la période comprise entre 1884 et 1887, comme cela a été fait dans le tableau n° 2 pour la période de 1874 à 1880.

Pour les caractères indiquant la tendance à la fermentation ainsi que des traces de glucose non dosées, nous renvoyons aux tableaux de la 2e période du chapitre XII de ce volume n° 2 A *bis*, n° 4 A *bis*, n° 5 A *bis*, n° 6 A *bis*.

TABLEAU N° 4.

Donnant les résultats des analyses des matières sucrées en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves, deuxième groupe (1884 à 1887).

PROVENANCE.	PRODUITS.	1 NUMÉRO d'ordre.	2 QUOTIENT réducteur total.	3 QUOTIENT glucosique sucre.	4 QUOTIENT glucosique dérivés.	5 SUCRE cristallisable détruit.
France.	Masses cuites de 1er jet, tableau N° 2 A *bis*.	3	0,14	0,00	0,28	0,28
		4	0,12	0,00	0,24	0,24
		5	0,08	0,00	0,16	0,16
		6	1,80	0,09	3,42	3,51
		7	1,91	0,00	3,82	3,82
		8	1,89	0,15	3,48	3,63
		9	0,22	0,00	0,44	0,44
		10	0,22	0,00	0,44	0,44
		11	0,31	0,00	0,62	0,62
		20	1,72	0,82	1,80	2,62
		26	0,48	0,00	0,96	0,96
		27	0,37	0,00	0,74	0,74
		31	0,93	0,29	1,28	1,57
		32	0,24	0,00	0,48	0,48
		35	0,32	0,00	0,64	0,64
		41	0,33	0,00	0,66	0,66
		71	0,44	0,00	0,88	0,88
		75	0,46	0,00	0,92	0,92
		78	0,45	0,00	0,90	0,90
		106	0,62	0,00	1,24	1,24
		113	0,51	0,00	1,02	1,02
		131	0,79	0,00	1,58	1,58
France.	Masses cuites de 2e jet en cristallisation, tableau N° 4 A *bis*.	1	0,23	0,00	0,46	0,46
		2	0,49	0,00	0,98	0,98
		14	1,92	Traces.	3,84	3,84
		16	1,98	0,00	3,96	3,96
		17	2,26	0,00	4,52	4,52

PROVENANCE.	PRODUITS.	1 NUMÉRO d'ordre.	2 QUOTIENT réducteur total.	3 QUOTIENT glucosique sucre.	4 QUOTIENT glucosique dérivés.	5 SUCRE cristallisable détruit.
France.	Masses cuites de 2e jet en cristallisation, tableau N° 4 A *bis*. (*Suite*).	18	1,91	0,00	3,82	3,82
		20	0,44	0,00	0,88	0,88
		25	1,31	0,00	2,62	2,62
		26	0,61	0,00	1,22	1,22
		30	3,23	0,85	4,76	5,61
		31	19,92	8,87	22,10	30,97
		32	1,00	Traces.	2,00	2,00
		39	0,87	Traces.	1,74	1,74
France.	Sirops d'égout de 2e jet, tableau N° 5 A *bis*.	1	0,83	0,00	1,66	1,66
		2	5,40	1,22	8,36	9,58
		3	9,38	3,29	12,18	15,47
		4	15,22	6,04	18,36	24,40
		5	3,36	Traces.	6,72	6,72
		6	3,49	Traces.	6,98	6,98
		7	4,32	1,44	5,76	7,20
		8	3,45	Traces.	6,90	6,90
		9	9,60	3,09	13,02	16,11
		11	2,17	0,00	4,34	4,34
		12	0,97	0,00	1,94	1,94
		13	0,71	0,00	1,42	1,42
		15	1,35	Traces.	2,70	2,70
		19	3,30	Traces.	6,60	6,60
		20	1,66	Traces.	3,32	3,32
		21	1,31	0,00	2,62	2,62
		22	3,39	0,00	6,78	6,78
		23	5,91	1,47	8,88	10,35
		24	5,50	1,35	8,30	9,65
		25	5,42	1,27	8,30	9,57
		26	2,34	Traces.	4,68	4,68
		27	1,04	0,00	2,08	2,08
		28	2,74	Traces.	5,48	5,48
		32	1,83	Traces.	3,66	3,66
		33	3,74	Traces.	7,48	7,48

		1	2	3	4	5
PROVENANCE	PRODUITS.	NUMÉRO d'ordre.	QUOTIENT réducteur total.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT glucosique dérivés.	SUCRE cristallisable détruit.
France.	Sirops d'égout de 2e jet, tableau N° 5 A *bis*. (*Suite*).	34	0,97	0,00	1,94	1,94
		35	0,90	0,00	1,80	1,80
		38	1,08	Traces.	2.16	2,16
		46	3,87	Traces.	7,74	7,74
		47	0,92	0,00	1,84	1,84
		49	1,07	0,00	2,14	2,14
France.	Masses cuites de 3e jet en cristallisation, tableau N° 6 A *bis*.	1	0,33	0,00	0,66	0,66
		3	0,04	0,00	0,08	0,08
		5	0,52	0,00	1,04	1,04
		6	12,28	4,57	15,42	19,99
		7	1,04	0,00	2,08	2,08
		8	2,36	Traces.	4,72	4,72
		9	1,46	Traces.	2,92	2,92
		16	0,90	Traces.	1,80	1,80
		18	1,14	Traces.	2,28	2,28
		19	4,18	1,12	6,12	7,24
		20	3,07	Traces.	6,14	6,14
		21	1,21	Traces.	2,42	2,42
		22	2,26	Traces.	4,52	4,52
		23	0,90	0,00	1,80	1,80
		26	0,81	0,00	1,62	1,62
		28	1,15	0,00	2,30	2,30
		29	2,99	Traces.	5,98	5,98
		30	1,02	Traces.	2,04	2,04
		31	1,22	0,00	2,44	2,44
		32	1,06	0,00	2,12	2,12
		33	1,10	0,00	2,20	2,20
		34	0,85	0,00	1,70	1,70
		35	1,40	0,00	2,80	2,80
		36	1,05	0,00	2.10	2,10

1° *Examen des produits en cours de travail au point de vue de leur tendance à la fermentation.*

Masses cuites de 1er jet.

188 masses cuites de 1er jet ont été analysées et ont donné :

172 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 90 p. 100.
6 avaient une légère tendance à la fermentation, soit 3 p. 100.
10 étaient en fermentation, soit 7 p. 100.

Masses cuites de 2e jet.

39 masses cuites de 2e jet ont été analysées et ont donné :

34 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 87 p. 100.
3 avaient une légère tendance à la fermentation, 8 p. 100.
2 étaient en fermentation, soit 5 p. 100

Sirops d'égout de 2e jet.

49 sirops d'égout de 2e jet ont été analysés et ont donné :

25 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 51 p. 100.
12 ayant une légère tendance à la fermentation, soit 25 p. 100.
12 en fermentation, soit 24 p. 100.

Masses cuites de 3e jet.

36 masses cuites de 3e jet ont été analysées et ont donné :

24 n'ayant aucune tendance à la fermentation, soit 66 p. 100.

5 ayant une légère tendance à la fermentation, soit 14 p. 100.

7 en fermentation, soit 20 p. 100.

2° *Examen des produits en cours de travail au point de vue du glucose à l'état de sucre et des dérivés du glucose.*

Les produits en cours de travail peuvent être ainsi classés au point de vue du glucose à l'état de sucre et des dérivés du glucose.

Masses cuites de 1er jet.

Sur les 188 masses cuites de 1er jet analysées :

66 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 35 p. 100.

100 contenaient des traces de principes réducteurs soit 53 p. 100.

4 contenaient du glucose à l'état de sucre et de dérivés, soit 2 p. 100.

18 ne contenaient que des dérivés, soit 10 p. 100.

Masses cuites de 2e jet.

Sur 39 masses cuites de 2e jet analysées, toutes contenaient des principes réducteurs.

26 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 66 p. 100.

7 contenaient du glucose à l'état de sucre et de dérivés, soit 18 p. 100.

6 contenaient des dérivés seulement, soit 16 p. 100.

Sirops d'égout de 2e jet.

Sur 49 sirops d'égout de 2e jet analysés, tous contenaient des principes réducteurs.

18 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 37 p. 100.

20 contenaient du glucose à l'état de sucre et de dérivés, soit 41 p. 100.

11 ne contenaient que des dérivés du glucose, soit 22 p. 100.

Masses cuites de 3e jet.

Sur les 36 masses cuites de 3e jet, toutes contenaient des principes réducteurs.

12 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 33 p. 100.

11 contenaient du glucose à l'état de sucre, soit 31 p. 100.

13 ne contenaient que des dérivés, soit 36 p. 100.

3° *Examen des produits en cours de travail au point de vue de la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés du glucose par rapport à 100 de sucre non transformé.*

Il résulte de la colonne n° 5 du tableau précédent n° 4 que la totalité du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés pour 100 de sucre cristallisable non transformé pour la totalité des masses cuites de 1er jet au nombre de 22 est de :

$$\frac{27{,}35}{22} = 1{,}28, \text{ en moyenne.}$$

Pour la totalité des masses cuites de 2e jet au nombre de 13 :

$$\frac{62{,}62}{13} = 4{,}81, \text{ en moyenne.}$$

Pour la totalité des sirops d'égout de 2e jet au nombre de 31 :

$$\frac{195{,}31}{31} = 6{,}30, \text{ en moyenne.}$$

Pour la totalité des masses cuites de 3e jet au nombre de 24.

$$\frac{82,99}{24} = 3,45, \text{ en moyenne.}$$

Le tableau suivant n° 5 résume les divers caractères étudiés ci-dessus dans les différents produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves dans la période comprise entre les années 1884 à 1887.

TABLEAU N° 5

résumant les divers caractères dans les différents produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves dans la période comprise entre les années 1884 à 1887.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DÉSIGNATION DES PRODUITS.	Origine.	Sans fermentation.	Tendance à la fermentation.	Fermentation.	Sans principes réducteurs.	Traces de principes réducteurs.	Glucose et dérivés.	Dérivés seulement.	Sucre cristallisable. détruit.
Masses cuites de 1er jet..............	France.	90	3	7	35	53	2	10	1,28
Masses cuites de 2e jet..............	Id.	87	8	5	0	66	18	16	4,81
Sirop d'égout de 2e jet..............	Id.	51	25	24	0	37	41	22	6,30
Masses cuites de 3e jet	Id.	66	14	20	0	33	31	36	3,45
Mélasses..........................	Id.	62	15	23	5	33	42	20	7,11

Pour bien apprécier les ressemblances ou les différences que peuvent présenter les résultats de l'analyse des produits en cours de fabrication dans la 2e période comprise dans les années 1884 à 1887, avec ceux obtenus de l'analyse des mêmes produits en cours de travail dans la 1re période comprise entre les années 1874 à 1880, il est nécessaire de les grouper dans le même tableau, soit le tableau suivant n° 6.

TABLEAU N° 6

résumant les résultats obtenus dans l'analyse des produits similaires en cours de travail depuis la masse cuite de premier jet jusques et y compris la mélasse dans la fabrication du sucre de betteraves en France dans la première période de 1874 à 1880 et dans la deuxième période de 1884 à 1887, au point de vue de la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose.

DÉSIGNATION DES PRODUITS.	SANS fermentation.		TENDANCE à la fermentation.		FERMENTATION.		SANS glucose.		TRACES de glucose.		GLUCOSE sucre et dérivés.		DÉRIVÉS sans sucre.		TOTALITÉ du sucre cristallisable détruit.	
	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.	1re période.	2e période.
Masses cuites de 1er jet	93	90	0	3	7	7	66	35	26	53	2	2	6	10	2,91	1,28
Masses cuites de 2e jet	55	87	22	8	23	5	66	0	23	66	0	18	11	16	2,25	4,81
Sirop d'égout de 2e jet	69	51	5	25	26	24	64	0	19	37	10	41	7	22	5,46	6,30
Masses cuites de 3e jet	41	66	0	14	59	20	25	0	17	33	17	31	41	36	6,70	3,45
Mélasse	70	62	6	15	24	23	58	5	10	33	11	42	14	20	9,06	7,11

Il résulte de la comparaison des nombres contenus dans ce tableau, que les produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves à l'époque actuelle, 2e période de 1884 à 1887, ont une infériorité à peu près constante sur les mêmes produits de la 1re période de 1874 à 1880.

Ainsi, en prenant les deux produits extrêmes, les masses cuites de 1er jet et les mélasses, on trouve p. 100 :

		1re période.	2e période.
Sans traces de fermentation	Masses cuites de 1er jet	93	90
	Mélasses	70	62
Légère tendance à la fermentation	Masses cuites de 1er jet	0	3
	Mélasses	6	15
Fermentation	Masses cuites de 1er jet	7	7
	Mélasses	24	23
Sans traces de glucose	Masses cuites de 1er jet	66	35
	Mélasses	58	5
Traces de glucose	Masses cuites de 1er jet	26	53
	Mélasses	10	33
Glucose et dérivés	Masses cuites de 1er jet	2	2
	Mélasses	11	42
Dérivés du glucose seuls	Masses cuites de 1er jet	6	10
	Mélasses	14	20
Sucre transformé en glucose	Masses cuites de 1er jet	2,91	1,28
	Mélasses	9,06	7,11

Cette étude comparée des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves, de 1874 *à* 1880 *et de* 1884 *à* 1887, *établit que les caractères de la fermentation, et la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose, vont constamment en augmentant, dans la 2e période depuis la masse cuite de 1er jet jusqu'à la mélasse, et que la fabrication, loin de s'améliorer à ces deux points de vue, va sans cesse en déclinant, jusqu'à l'époque actuelle.*

§ 4.

DES INFLUENCES SOUS LESQUELLES LE SUCRE CRISTALLISABLE SE TRANSFORME EN GLUCOSE DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES

Les études faisant partie des chapitres III, IV, V de ce volume, ont établi que la transformation du sucre cristallisable en glucose, est toujours précédée d'un phénomène désigné en fabrication sous le nom de *fermentation*, et que le glucose n'apparaît que lorsque l'alcali contenu dans les jus et sirops a à peu près complètement disparu.

Ce fait, à peine aperçu dans les premiers chapitres de cette étude, avait besoin de nouvelles expériences pour être confirmé et surtout généralisé.

Dans les analyses faites au laboratoire Dubrunfaut, de 1874 à 1880, l'alcali libre contenu dans les mélasses et dans les différents sirops en cours de travail, a été dosé avec soin. Ce dosage a été continué dans les analyses faites à mon laboratoire, de 1884 à 1887 (Voir les tableaux du chapitre XII de ces deux groupes d'analyses).

On désigne sous le nom d'alcali libre, les bases qui se rencontrent dans les matières sucrées en cours de travail dans la fabrication et le raffinage des sucres qui ont conservé leur réaction alcaline caractéristique sur le papier de tournesol.

Le jus, tel qu'il se trouve dans la betterave, c'est-à-dire avant toute opération autre que l'extraction du jus, a une réaction légèrement acide ; mais cet état du jus n'est que passager et disparaît bientôt par suite des procédés employés, pour faire place à une franche alcalinité, et s'il arrive qu'en cours de travail, ces mêmes liquides sucrés deviennent acides, cette acidité est le résultat de circonstances particulières qui ont amené la disparition de l'alcali ou sa saturation, et qu'il importe d'étudier avec soin ; mais, dans leur état normal, les matières sucrées en

cours de travail doivent être considérées comme conservant leur réaction alcaline.

Il résulte de ce qui précède que l'examen qui va être fait dans ce paragraphe ne doit pas porter exclusivement sur l'alcali libre de la mélasse et des matières sucrées en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves, mais également sur leur état de neutralité et d'acidité.

Pour bien comprendre l'influence de l'alcalinité, de la neutralité et de l'acidité qui peuvent exister dans les mélasses et dans les matières sucrées en cours de fabrication, sur la transformation du sucre cristallisable en glucose, il est nécessaire de mettre dans un même tableau le quotient alcali libre, en regard de la quantité de sucre cristallisable, transformé en glucose et en dérivés de glucose, ramenée à 100 de sucre cristallisable non transformé.

Il est également nécessaire de grouper dans le même tableau le quotient alcalin des mélasses qui ne contiennent pas de glucose, afin d'avoir sous les yeux tous les éléments de nature à éclairer la question.

Il est également nécessaire de mettre dans le même tableau le renseignement si utile de la tendance de ces matières sucrées à subir la fermentation, caractérisé par l'absence ou la présence de la mousse pendant leur dessiccation en couches minces.

Le tableau suivant renferme les constatations faites sur les mélasses dont les analyses sont reproduites dans le premier groupe du chapitre XII, tableau n° 1, correspondant aux analyses faites dans le laboratoire Dubrunfaut, de 1874 à 1880.

TABLEAU N° 7.

donnant le quotient alcali libre des mélasses de fabriques de sucre de betteraves en regard de leurs caractères d'altération.

1er GROUPE 1874 à 1880. — TABLEAU N° 1. CHAPITRE XII.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
1		7° 1	s.	0,00	28		6° 1	s.	0,00
2		0° 00	m.	6,43	29		19° 1	s.	0,00
3		7° 0	s.	0,76	30		28° 5	s.	Traces
4		31° 1	s.	0,00	31		Acide 4° 2	m.	7,10
5		2° 3	m.	15,63	32		16° 3	s.	7,90
6		0° 7	m.	12,70	33		5° 1	m.	19,70
7		8° 5	m.	2,54	34		14° 6	s.	Traces
8		22° 6	s.	0,00	35		13° 0	s.	Traces
9		23° 7	s.	0,00	36		34° 4	s.	0,00
10		28° 8	s.	0,00	37		17° 6	s.	0,00
11		26° 1	s.	0,00	38		19° 7	s.	0,00
12		26° 8	s.	0,00	39		24° 4	s.	0,00
13		10° 6	s.	0.00	40		7° 6	s.	0,00
14	France.	14° 1	s.	0,00	41	France.	12° 3	m.	30,89
15		0° 0	m.	4,88	42		12° 8	s.	Traces
16		9° 2	s.	0,00	43		24° 4	s.	0,00
17		17° 7	s.	0,00	44		18° 5	m. l.	0,00
18		23° 1	s.	0,00	45		22° 2	m. l.	0,00
19		48° 3	s.	0,00	46		18° 5	s.	0,00
20		Acide 6° 4	m.	18,82	47		18° 9	s.	4,92
21		18° 8	s.	Traces	48		11° 2	m.	30,29
22		32° 4	s.	0,00	49		34° 8	s.	Traces
23		16° 7	s.	2,10	50		26° 8	s.	Traces
24		9° 2	m.	4,77	51		6° 5	m.	18,76
25		8° 3	s.	0,00	52		12° 9	m.	6,78
26		8° 8	s.	2,22	53		15° 8	m.	0,00
27		8° 5	m.	2,12	54		6° 1	s.	6,96

Les degrés indiqués dans la colonne N° 3 représentent des degrés alcalimétriques de Gay-Lussac, dont 100° de la burette alcalimétrique ou 50cc représentent 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté SO^3, HO.

1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération.	
			Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
55		3° 1	m. l.	6,24
56		3° 2	m. l.	0,00
57		7° 6	s.	0,00
58		19° 0	s.	0,00
59		9° 2	s.	0,00
60		23° 4	s.	0,00
61		14° 3	m.	3,14
62		9° 3	m.	3,41
63		22° 6	s.	Traces
64		11° 5	s.	0,00
65		17° 0	s.	0,00
66	France.	14° 5	s.	0,00
67		0° 8	m.	0,00
68		20° 9	s.	2,94
69		5° 2	m.	4,58
70		17° 7	s.	0,00
71		12° 3	s.	0,00
72		31° 3	s.	0,00
73		17° 9	s.	0,00
74		8° 4	m. l.	0,00
75		11° 1	s.	0,00
76		17° 9	s.	0,00
77		28° 2	s.	0,00
78		8° 7	s.	0,00
1		36° 3	s.	0,00
2		37° 8	s.	0,00
3		31° 5	s.	0,00
4		1° 0	m.	4,01
5	Belgique.	25° 4	s.	0,00
6		36° 2	s.	0,00
7		Acide	m.	7,54
8		22° 2	s.	0,00
9		26° 7	s.	0,00
10		23° 1	s.	0,00
11		13° 5	m.	3,69
12		21° 8	s.	0,00
13		4° 6	s.	0,00
14		17° 9	s.	0,00
15		10° 1	m.	9,58
16		4° 0	s.	Traces
17		0° 0	m.	4,44
18		17° 7	s.	0,00
19		10° 2	s.	0,00
20		8° 3	s.	0,00
21		6° 8	m.	8,18
22		18° 5	s.	0,00
23		10° 2	s.	0,00
24		21° 3	s.	0,92
25		17° 6	s.	Traces
26		4° 4	s.	0,00
27	Belgique.	7° 1	s.	0,00
28		0° 0	m.	75,28
29		14° 1	s.	Traces
30		16° 1	s.	0,00
31		31° 3	s.	0,00
32		13° 6	s.	Traces
33		48° 2	s.	0,00
34		40° 9	m.	Traces
35		11° 9	s.	0,00
36		Acide 7° 5	m.	14,48
37		25° 3	s.	0,00
38		Acide	s.	Traces
39		15° 2	s.	Traces
40		26° 1	s.	0,00
41		Acide	m.	4,98
42		11° 9	s.	Traces
43		7° 5	m.	22,42
44		40° 3	s.	Traces

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
			Caractères d'altération.					Caractères d'altération.	
Numéro d'ordre	Origine.	Quotient alcali libre.	Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	Numéro d'ordre	Origine.	Quotient alcali libre.	Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
45		6° 6	m.	Traces	18		25° 0	s.	Traces
46		17° 7	s.	0,00	19		33° 7	m.	Traces
47		3° 0	s.	4,04	20		11° 9	m.	Traces
48	Belgique.	27° 7	m. l.	0,00	21		16° 7	m.	Traces
49		34° 4	s.	0,00	22		28° 0	m.	Traces
50		20° 5	s.	0,00	23		0° 0	m. l.	4,79
1		25° 4	s.	0,00	24		18° 5	m.	3,95
2		11° 5	m.	5,34	25		13° 2	m.	Traces
3		7° 0	s.	0,00	26		15° 4	m.	Traces
4		3° 5	s.	0,00	27		18° 5	m.	Traces
5		20° 8	s.	0,00	28		10° 2	m.	3,46
6	Hollande.	15° 7	s.	0,00	29		14° 3	m.	6,34
7		13° 2	s.	Traces	30		14° 2	m.	6,42
8		5° 0	s.	Traces	31		14° 1	m.	0,00
9		24° 5	s.	Traces	32		0° 0	m.	15,17
10		35° 8	s.	0,00	33		5° 4	m.	4,95
1		31° 5	s.	Traces	34	Allemagne.	0° 0	m.	6,91
2		16° 9	m.	1,88	35		6° 4	m.	2,68
3		16° 8	m.	1,60	36		0° 0	m.	22,70
4		24° 5	s.	Traces	37		18° 0	m.	0,00
5		17° 4	s.	0,00	38		43° 9	m. l.	0,00
6		7° 9	m.	3,26	39		6° 6	s.	0,00
7		8° 7	m.	7,88	40		14° 5	s.	Traces
8		32° 5	s.	Traces	41		38° 2	s.	Traces
9	Allemagne.	4° 5	m.	7,75	42		5° 9	m	4,52
10		6° 6	m.	11,16	43		28° 0	s.	Traces
11		13° 3	m.	Traces	44		26° 3	m.	Traces
12		11° 3	m.	Traces	45		6° 5	m.	6,02
13		18° 8	m.	6,30	46		14° 3	m.	6,42
14		7° 4	m.	3,64	47		19° 8	s.	0,00
15		26° 5	m	Traces	48		11° 8	m.	Traces
16		15° 0	m. l.	0,00	49		6° 8	s.	Traces
17		7° 5	m. l.	Traces	50		29° 7	s.	Traces

I.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'ANALYSE DES MÉLASSES DES FABRIQUES DE SUCRE DE BETTERAVES AU POINT DE VUE DES QUANTITÉS D'ALCALI LIBRE QU'ELLES CONTIENNENT ET DE LEUR INFLUENCE SUR LES CARACTÈRES DE FERMENTATION ET SUR LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS.

PREMIER GROUPE (1874 A 1880).

1° *Examen de la quantité d'alcali libre moyen, pour* 100 *grammes de sucre.*

Le quotient alcali libre a été déterminé sur les 188 mélasses de fabriques de sucre de betteraves situées en France, Belgique, Hollande et Allemagne.

Sur ces 188 mélasses analysées, il s'en trouvait p. 100 :

Mélasses alcalines. . . .	174, soit. . . .	93
— neutres	8, soit. . . .	4
— acides	6, soit. . . .	3

Si l'on additionne le nombre de degrés représentant le quotient alcalin de ces 174 mélasses alcalines, on obtient un total qui, divisé par 174, représente la quantité moyenne de l'alcali contenu dans chaque mélasse pour 100 grammes de sucre, représentée en degrés alcalimétriques de Gay-Lussac, c'est-à-dire la quantité d'acide sulfurique monohydraté ($SO^3 HO$) nécessaire pour neutraliser cet alcali, soit 5 grammes par 100 degrés alcalimétriques, ou 50 centimètres cubes de la liqueur de Gay-Lussac, saturant exactement 4gr,826 de potasse caustique.

L'addition du quotient alcali de ces 174 mélasses donne, comme chiffre total, 2956°,8 qui, divisé par 174 $\frac{2956°,8}{174} = 16°,9.$

La quantité d'alcali libre était donc, en moyenne, dans

les 174 mélasses alcalines analysées pour 100 grammes de sucre, de 16°,9.

En faisant le même calcul pour les mélasses de chaque pays, on trouve :

Pour la France, 78, d'où il faut déduire 2 mélasses acides et 2 neutres, soit 74, dont le nombre total de tous les quotients est de $\frac{1195^\circ,6}{74} = 16^\circ,1$.

Pour la Belgique, 50, d'où il faut déduire 4 acides et 2 neutres, soit 44, dont le nombre total de tous les quotients alcalins est de $\frac{821^\circ,1}{44} = 18^\circ,6$.

Pour la Hollande, $\frac{162^\circ,4}{10} = 16^\circ,2$.

Pour l'Allemagne, 50, dont il faut déduire 4 acides, soit 46, $\frac{779^\circ,7}{46} = 16^\circ,9$.

Ainsi, l'alcali moyen contenu dans les 74 mélasses françaises, par 100 grammes de sucre, était de. 16°,1.
Dans les 44 mélasses belges, de. . . . . 18°,6.
Dans les 10 mélasses hollandaises, de. . . . 16°,2.
Dans les 46 mélasses allemandes, de. . . . . 16°,9.

On voit, par ces nombres, que l'alcali libre moyen des mélasses de betteraves provenant de ces différents pays, ne présente pas des différences très grandes.

Mais ces moyennes sont composées de mélasses n'ayant aucune tendance à la fermentation; de mélasses ayant une tendance à la fermentation ou déjà en fermentation; de mélasses contenant du glucose à l'état de sucre et des dérivés et de mélasses ne contenant que des dérivés. Pour bien étudier et préciser l'influence de l'alcali, il est nécessaire de grouper ces quotients alcali libre et de les mettre en regard de ces différents caractères d'altération et de non-altération indiqués dans le tableau

n° 1 du chapitre XII, et groupés dans le tableau n° 7 de ce chapitre, soit en regard :

1° Des mélasses n'ayant aucune tendance à la fermentation;

2° Des mélasses ayant une tendance ou en fermentation ;

3° Des mélasses ne contenant que des traces de glucose ;

4° Des mélasses contenant du glucose à l'état de sucre et de dérivés ;

5° Des mélasses ne contenant que des dérivés, cela pour les mélasses des différents pays réunies et pour les mélasses de chaque pays.

2° *Examen de la quantité d'alcali libre par* 100 *grammes de sucre contenu dans les mélasses de fabriques de sucre de betteraves, au point de vue de leur tendance à la fermentation.*

Sur les 174 mélasses alcalines provenant de ces divers pays réunis, 111 n'avaient aucune tendance à la fermentation.

Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 19°,5.

$$\frac{2173,3}{111} = 19^{\circ},5.$$

Ces 111 mélasses se répartissent ainsi entre les divers pays :

France. — 54 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 21°,2.

$$\frac{1146,6}{54} = 21^{\circ},2.$$

Belgique. — 36 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 20°,3.

$$\frac{732,4}{36} = 20^{\circ},3.$$

Hollande. — 9 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 16°,7.

$$\frac{150,9}{9} = 16^{\circ},7.$$

Allemagne. — 12 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 11°,9.

$$\frac{143,4}{12} = 11^{\circ},9.$$

Sur les 174 mélasses alcalines, 63 avaient une tendance à la fermentation ou étaient en fermentation.

Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 12°,8.

$$\frac{812}{63} = 12^{\circ},8.$$

Ces 63 mélasses se répartissent ainsi entre les divers pays :

France. — 20 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 8°,9.

$$\frac{178}{20} = 8^{\circ},9.$$

Belgique. — 8 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 14°,2.

$$\frac{114,1}{8} = 14^{\circ},2.$$

Hollande. — 1 contenait, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 11°,5.

$$\frac{11,5}{1} = 11^{\circ},5.$$

Allemagne. — 34 contenaient, pour 30 grammes de sucre alcali libre moyen, 14°,9.

$$\frac{508,4}{34} = 14°,9.$$

3° *Examen de la quantité d'alcali libre, considéré au point de vue de l'absence du glucose, de la présence du glucose, des dérivés du glucose et de la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose.*

Sur les 174 mélasses alcalines provenant des quatre pays ci-dessus, 86 ne contiennent pas de traces de glucose.

Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 19°,5, d'après le calcul suivant :

$$\frac{1680}{86} = 19°,5.$$

Ces 86 mélasses se répartissent ainsi pour chaque pays :

France. — 45 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 18°,1.

$$\frac{817,9}{45} = 18°,1.$$

Belgique. — 28 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 22°,1.

$$\frac{619,1}{28} = 22°,1.$$

Hollande. — 6 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 11°,0.

$$\frac{108,2}{6} = 11°,0.$$

Allemagne. — 7 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 19°,2.

$$\frac{134,8}{7} = 19°,2.$$

Sur les 174 mélasses alcalines des quatre pays ci-dessus, 42 ne contenaient que des traces de glucose.

Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 20°.

$$\frac{843}{42} = 20°.$$

Ces 42 mélasses se répartissent ainsi pour chaque pays :

France. — 8 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 21°,4.

$$\frac{171,9}{8} = 21°,4$$

Belgique. — 9 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 18°,2.

$$\frac{164,2}{9} = 18°,2.$$

Hollande. — 3 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 14°,2.

$$\frac{42,7}{3} = 14°,2.$$

Allemagne. — 22 contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 21°,1.

$$\frac{464,6}{22} = 21°,1.$$

Sur les 174 mélasses alcalines des quatre pays ci-dessus, 23 contenaient du glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés.

Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 9°,3.

$$\frac{215,58}{23} = 9^\circ,3.$$

Elles contenaient, sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés, pour 100 grammes de sucre cristallisable non décomposé, moyenne $8^{gr},85$.

$$\frac{203,58}{23} = 8^{gr},85.$$

Ces 21 mélasses se répartissent ainsi entre les divers pays :

France. — 8 contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre; moyenne, 9°,0.

$$\frac{72,2}{8} = 9^\circ,0,$$

et contenaient en glucose, à l'état de sucre et dérivés, en moyenne $13^{gr},79$.

$$\frac{110,37}{8} = 13^{gr},79.$$

Belgique. — 4 contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre; moyenne, 7°,8.

$$\frac{31,3}{4} = 7^\circ,8,$$

et contenaient en glucose, à l'état de sucre et dérivés, en moyenne $6^{gr},36$.

$$\frac{25,46}{4} = 6^{gr},36.$$

Hollande. — 1 contenait, pour 100 grammes de sucre, alcali libre, 11°,5, et en glucose, à l'état de sucre et dérivés, $5^{gr},34$.

Allemagne. — 10 contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre; moyen, 10°,0.

$$\frac{100,0}{10} = 10^{o},0,$$

contenant en glucose, sucre et dérivés, en moyenne $6^{gr},24$.

$$\frac{62,41}{10} = 6^{gr},24.$$

Sur les 174 mélasses alcalines des quatre pays ci-dessus, 23 ne contenaient que des dérivés du glucose.

Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre, moyenne, $10^{o},7$.

$$\frac{246,3}{23} = 10^{o},7,$$

contenant, sucre cristallisable transformé en dérivés du glucose, en moyenne $5^{gr},80$.

$$\frac{133,60}{23} = 5^{gr},80.$$

Ces 23 mélasses se répartissent ainsi entre ces divers pays :

France. — 13 contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre, moyenne, $10^{o},1$.

$$\frac{131,6}{13} = 10^{o},1,$$

et contenant, en sucre cristallisable transformé en dérivés, moyenne, $6^{gr},07$.

$$\frac{78,98}{13} = 6^{gr},07.$$

Belgique. — 3 contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre, moyenne, $10^{o},6$.

$$\frac{31,8}{3} = 10^{o},6,$$

contenant, en sucre cristallisable transformé en dérivés, en moyenne, 9gr,12.

$$\frac{27,38}{3} = 9^{gr},12.$$

Allemagne. — 7 contenaient, pour 100 grammes de sucre, alcali libre, en moyenne, 11°,8.

$$\frac{82,9}{7} = 11°,8,$$

contenant, en sucre cristallisable transformé en dérivés, en moyenne, 3gr,89.

$$\frac{27,24}{7} = 3^{gr},89.$$

Sur les 188 mélasses, 8 n'étaient ni alcalines, ni acides, c'est-à-dire neutres.

7 contenaient, en sucre cristallisable transformé en glucose ou en dérivés, en moyenne pour 100 grammes de sucre non transformé. 9gr,33

1 seule en contenait. 75gr,28

6 étaient acides, en contenaient en moyenne. 3gr,00

Pour bien faire saisir les résultats de l'examen qui vient d'être fait de l'influence de l'alcali libre dans les mélasses prises dans leur généralité et pour chaque pays, au point de vue de l'altération qui se produit pendant le travail des bas produits dans la fabrication du sucre de betteraves, caractérisée par la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés, qui en est la suite, nous allons résumer, dans le tableau suivant, les quantités d'alcali libre en regard des différents caractères d'altération, pour l'ensemble des mélasses et pour les mélasses de chaque pays :

TABLEAU N° 8.

PROVENANCE des mélasses.	CARACTÈRES d'altération.	TITRE alcali moyen.	SUCRE trans-formé.
Des diverses provenances	Sans fermentation	19° 5	0,00
France		21° 2	0,00
Belgique		20° 3	0,00
Hollande		16° 7	0,00
Allemagne		11° 9	0,00
Des diverses provenances	Tendance à la fermentation	12° 8	?
France		8° 9	?
Belgique		14° 2	?
Hollande		11° 5	?
Allemagne		14° 9	?
Des diverses provenances	Sans transformation de sucre en glucose et en dérivés	19° 5	0,00
France		18° 1	0,00
Belgique		22° 1	0,00
Hollande		11° 0	0,00
Allemagne		19° 2	0,00
Des diverses provenances	Traces de transformation en glucose on en dérivés	20° 0	Traces
France		21° 4	Traces
Belgique		18° 2	Traces
Hollande		14° 2	Traces
Allemagne		21° 1	Traces
Des diverses provenances	Transformation à l'état de glucose sucre et dérivés	9° 3	8gr,85
France		9° 0	13,79
Belgique		7° 8	6,36
Hollande		11° 5	5,34
Allemagne		10° 0	6,24
Des diverses provenances	Transformation en dérivés du glucose	10° 7	5,80
France		10° 1	6,07
Belgique		10° 6	9,12
Hollande		.....	....
Allemagne		11° 8	3,89

Il résulte de l'examen de ce tableau que :

1° La fermentation est empêchée par la présence, dans la mélasse, d'une quantité moyenne d'alcali libre pour 100 grammes de sucre, représentée en degrés alcali de Gay-Lussac, par 19°,5;

2° La tendance à la fermentation se manifeste par 12°,8;

3° La transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose, n'a pas lieu en présence de 19°,5;

4° Il existe des traces de dérivés de glucose non dosables dans des mélasses contenant en moyenne 20° (1);

5° Le glucose sucre et les dérivés dosables apparaissent à 9°,3; dans ces conditions, la transformation du sucre a été, en moyenne, 8gr,85 p. 100;

6° Les dérivés en proportion dosable, sans glucose, avec 10°,7; dans ces conditions, la transformation du sucre a été, en moyenne, de 5gr,80.

Cet examen conduit à cette conclusion que :

Les mélasses peuvent être préservées de la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose, lorsqu'elles possèdent une dose suffisante d'alcali libre.

Aussitôt que l'alcali décroît, la fermentation se produit, ainsi que la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.

Cette altération du sucre cristallisable augmente lorsque les mélasses deviennent neutres ou acides.

Les moyennes représentant l'alcali libre contenu dans les mélasses produites dans l'ensemble des différents pays, ainsi que dans celles produites dans chaque pays, présentent des nombres se rapprochant beaucoup entre eux, qui sembleraient indiquer qu'une assez grande quantité

(1) La présence d'une très petite quantité de dérivés de glucose dans les mélasses très alcalines doit être attribuée aux glucates formés pendant la défécation.

d'alcali libre est nécessaire pour préserver le sucre de toute altération.

Ainsi, l'on voit une quantité moyenne d'alcali représentée par 19°,5, préserver les mélasses contre la fermentation, et la fermentation prendre naissance, malgré la présence d'alcali de 12°,8.

Pour la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés, on voit le sucre cristallisable préservé de cette altération par la présence de l'alcali 19°5, tandis qu'elle se produit sous l'influence de l'alcali libre 9°,3.

Il semblerait résulter, de là, qu'il est nécessaire d'une dose assez élevée d'alcali libre pour préserver le sucre cristallisable de cette transformation.

Il était utile de rechercher, pour continuer d'éclairer cette question, les quantités minimum d'alcali libre suffisantes pour empêcher la fermentation, ainsi que la transformation du sucre cristallisable en glucose.

Si l'on examine, à ce point de vue, le tableau n° 7, on remarque qu'il existe, dans tous les pays, des mélasses qui contiennent des quantités d'alcali libre bien inférieures à la quantité moyenne de l'alcali des mélasses dans lesquelles le sucre cristallisable se transforme en glucose, c'est-à-dire au-dessous de 9°,3.

France.	Belgique.	Hollande.	Allemagne.
7°,1	4°,6	7°	6°,6
8°,3	4°,4	3°,5	
6°,1	7°,1		
7°,6			
3°,2			
7°,6			
0°,8			

D'un autre côté, si l'on examine dans le même tableau, la quantité d'alcali qui existe dans les mélasses en pleine fermentation et en pleine transformation de sucre cristallisable, en glucose et en dérivés, on reconnaît qu'il existe dans ces mélasses plus d'alcali libre que la quantité nécessaire pour empêcher ces altérations.

En France.		En Allemagne.	
Alcali libre.	Glucose et dérivés.	Alcali libre.	Glucose et dérivés.
18°,9	4,92	18°,5	3,95
20°,9	2,94	18°,8	6,30

En présence de ces nombres, on peut se demander comment il peut se faire qu'une mélasse qui ne contient que 3 à 4 degrés d'alcali pour 100 de sucre, n'éprouve aucune tendance à la fermentation et à la transformation du sucre en glucose, tandis qu'une mélasse qui en contient 20°,9, donne non seulement les caractères de la fermentation, mais encore contient du glucose?

Ces anomalies qui suffiraient, si elles restaient sans explication, pour anéantir toutes les données précédemment mises en relief dans cet ouvrage sur l'influence de l'alcalinité dans les matières sucrées, m'ont longtemps préoccupé, et l'analyse m'a fourni les moyens d'en reconnaître les causes et d'en donner l'explication.

La réponse à cette question et cette explication se trouvent dans les résultats des expériences suivantes :

Lorsqu'on détermine avec soin le dosage de l'alcali dans les mélasses étendues d'environ 9 fois leur poids d'eau, ou dans toute autre matière sucrée, au moyen d'une liqueur titrée d'acide sulfurique, et que l'on verse la liqueur acide, goutte à goutte, dans la dissolution de mélasse froide, en agitant vivement avec une baguette de verre, on remarque les phénomènes suivants :

Soit d'abord avec la dissolution de mélasse marquant 3 degrés d'alcali, — une goutte de cette dissolution de mélasse au 1/10e, placée au moyen de la baguette de verre sur du papier de Tournesol rouge, *très sensible,* le colore en bleu foncé. — Cette couleur persiste sans changement notable, après l'addition successive de nouvelles quantités de liqueur acide, jusqu'au moment où la saturation de l'alcali est à peu près complète. Alors, le papier rouge ne change plus de couleur, et le papier bleu de Tournesol, sur lequel on a placé une goutte de liquide, vire au rouge et devient rouge vif, aussitôt que la satu-

ration est complète et qu'il se trouve dans la dissolution de mélasse la moindre trace d'acide libre.

La même expérience, faite avec la mélasse titrant 45 degrés, dans les mêmes conditions, présente au papier rouge de Tournesol, dès le début de l'expérience, une couleur bleue bien moins prononcée, et chaque goutte de liqueur acide tombant dans la dissolution de mélasse, malgré l'agitation, provoque un dégagement de gaz avec effervescence. Il arrive un point de la saturation où la dissolution de mélasse donne une réaction légèrement acide sur le papier bleu de Tournesol, mais cette acidité ne persiste pas et disparaît par l'évaporation du liquide. La saturation de la dissolution de mélasse n'est pas encore complète, et chaque goutte de la liqueur acide ajoutée provoque un abondant dégagement de gaz. Il est même assez long et quelquefois difficile de saisir le point exact de la saturation complète, et pour cela, il est nécessaire de laisser sécher les gouttes posées sur le papier de Tournesol bleu, pour reconnaître les gouttes correspondant à la présence d'un acide libre non volatil.

On peut abréger le temps de cette opération en faisant cette dernière partie de l'essai sur la dissolution de mélasse portée à l'ébullition.

Le gaz qui se dégage pendant cette 2e opération, est de l'acide carbonique. L'alcali qui existe dans cette mélasse s'y trouve donc à l'état de carbonate, tandis que dans l'expérience précédente, l'alcali s'y trouve à l'état caustique.

Il résulte de là que la présence de l'alcali, potasse ou soude, à l'état de carbonate, n'empêche nullement le développement de la fermentation et la formation du glucose qui en est la suite.

Pour apprécier la valeur de l'alcalinité contenue dans les matières sucrées, comme caractère d'absence ou de tendance à la fermentation et à la formation du glucose, il faut donc tenir compte de l'état sous lequel s'y trouve l'alcali.

Cet alcali peut s'y rencontrer sous trois états différents,

à l'état caustique, à l'état de carbonate et à l'état de bicarbonate. J'ai donné chap. IV, t. 1 de cet ouvrage, les moyens de déterminer, par un même essai alcalimétrique, les quantités relatives d'alcali qui peuvent se rencontrer sous chacun de ces états, dans une dissolution de mélasse ou de toute autre matière sucrée ; j'y renvoie pour plus de détails (1).

Dans les différentes déterminations du titre alcalimétrique qui figurent dans ces différents tableaux résumant les nombres obtenus de l'analyse chimique industrielle des matières sucrées du chapitre XII, il n'a pas été tenu compte de ces différents états, et les nombres représentant les quantités désignées sous les noms de titre alcali libre et de quotient alcali libre, représentent l'alcali qui peut s'y rencontrer sous ces trois états; mais de nombreuses analyses, dans le but de constater les quantités relatives d'alcali, sous chacune de ces formes, m'ont fourni la démonstration que, lorsque la mélasse, par exemple, contient de l'alcali caustique, elle n'a jamais les caractères indiquant sa tendance à la fermentation ; lorsque ces caractères s'y manifestent, tout l'alcali alors s'y trouve à l'état de carbonate et même souvent à l'état de bicarbonate, ou partie à l'état de carbonate et de bicarbonate ; c'est à la présence de ce dernier composé que les sirops et mélasses doivent de donner de la mousse pendant la dessiccation en couches minces, au laboratoire, et pendant laquelle le bicarbonate, sous l'influence de la chaleur de 110 à 120 degrés, laisse dégager de l'acide carbonique en boursouflant la couche de matière sucrée et produisant le caractère de la mousse, qu'une simple goutte de soude caustique, ajoutée à la mélasse avant sa dessiccation, fait complètement disparaître, comme c'est également au dégagement d'acide carbonique libre que la mousse apparaît dans les masses cuites des bas produits

(1) Voir la description du procédé de dosage des alcalis caustique et carbonatés. *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, tome Ier, chap. IV, p. 322, année 1883.

en cristallisation; on la fait également disparaître par le même moyen, c'est-à-dire par l'addition de soude caustique.

La présence de l'alcali caustique dans la mélasse a donc une importance considérable pour éviter les altérations du sucre pendant les différentes opérations de la fabrication, et le chimiste appelé à diriger ces opérations ne doit pas négliger d'employer les moyens qui peuvent l'éclairer sur l'état où se trouve l'alcali dans les différents produits en cours de travail.

Le moyen que j'ai indiqué dans mon premier volume, de dosage rapide de l'alcali, sous ces trois états réunis (1), présente quelquefois de l'incertitude; la coloration des dissolutions sucrées est souvent un obstacle à la facile application du procédé et à son exactitude; d'ailleurs, le plus souvent, il suffit de déterminer si l'alcali s'y trouve ou non à l'état caustique, et dans quelle proportion approximative; le point principal à établir, c'est qu'il en existe, sans qu'il soit même nécessaire d'en déterminer la quantité.

Le moyen que nous employons à cet effet est bien simple; il consiste à prendre un tube de verre, fermé à sa partie supérieure, de le remplir du liquide sucré à examiner, en le renversant de manière à laisser un vide de quelques centimètres, que l'on remplit avec la liqueur titrée d'acide sulfurique en suffisante quantité pour que l'acide employé soit plus que suffisant pour saturer tout l'alcali ajouté dans le tube : — alors on ferme le tube, qui doit être rempli de liquide, en le bouchant avec le pouce, — et on le redresse de manière que la partie fermée se trouve placée à la partie supérieure et faisant ainsi cloche; dans ce retournement de bas en haut, la liqueur acide se mélange à la mélasse, en sature l'alcali — sans dégagement d'acide carbonique, si l'alcali s'y trouve à l'état caustique; alors la cloche reste pleine de liquide. — Si, au contraire, l'alcali se trouve, en tout ou en partie, à

(1) *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, § 21, V, p. 322.

l'état de carbonate, il s'établit immédiatement une pression par le dégagement de gaz, qui devient très forte sur le pouce fermant l'orifice inférieur du tube; et si l'on plonge cette extrémité du tube dans un vase contenant de la mélasse, la colonne de mélasse renfermée dans le tube se trouve déprimée par le gaz carbonique qui se rend à la partie supérieure de la cloche, d'un volume égal au volume du gaz dégagé.

On peut même arriver, avec quelques précautions, avec le même tube, à déterminer, d'une manière assez exacte, la quantité d'alcali qui se trouve à l'état d'alcali caustique et de carbonate dans la même mélasse, et même, lorsqu'il n'y a pas d'alcali caustique, la quantité de carbonate et de bicarbonate qui s'y trouve, en prenant un tube gradué.

Il suffit, pour cela, de mettre dans le tube renversé, quelques centimètres cubes de mercure, c'est-à-dire un volume de mercure un peu supérieur au volume du gaz qui peut être dégagé, en supposant tout le titre alcalin à l'état de bicarbonate; puis d'ajouter la mélasse à analyser et la liqueur acide, puis de boucher le tube avec le pouce, puis de le renverser et de le plonger dans un bain de mercure contenu dans un vase approprié à cet usage, sans y laisser pénétrer l'air. Bientôt l'acide carbonique, dégagé par la saturation de l'alcali à l'état de carbonate ou de bicarbonate, se rend à la partie supérieure de la cloche, et déprime d'un volume égal la colonne de mercure. Lorsque le volume du gaz n'augmente plus, on peut considérer l'opération comme terminée. On note le volume du gaz et, traduisant ce volume en poids d'acide carbonique et comparant ce poids à la quantité d'acide sulfurique employé pour saturer intégralement l'alcali, on a tous les éléments pour déterminer : 1° la quantité d'alcali caustique qui se trouvait mélangé au carbonate; 2° en cas d'absence d'alcali caustique, la quantité relative de carbonate et de bicarbonate alcalin qui s'y trouvent mélangés, — en prenant pour base de calcul le rapport de 1 degré alcalimétrique de Gay-Lussac avec son équi-

valent d'acide carbonique traduit en volume à l'état de carbonate et à l'état de bicarbonate.

En résumé, il résulte de cette étude faite sur le degré d'alcalinité des mélasses de fabriques de sucre de betteraves, situées en France, Belgique, Hollande et Allemagne, et sur son influence sur les caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés qu'elles peuvent contenir, que :

1° *Les mélasses de fabriques de sucre de betteraves sont généralement alcalines, quelle que soit leur origine.*

Prises dans leur ensemble, sur 100 *mélasses, il s'en est trouvé :*

Alcalines	93
Neutres	4
Acides	3

La quantité moyenne d'alcali contenue dans chaque mélasse alcaline pour 100 *grammes de sucre, se trouve représentée sur les mélasses prises :*

Dans leur généralité, sans tenir compte de leur provenance, par . . . . 16°,9

Dans les mélasses provenant des fabriques françaises, par . . . . 16°,1

Dans les mélasses provenant des fabriques belges, par . . . . 18°,6

Dans les mélasses provenant des fabriques hollandaises, par . . . . 16°,2

Dans les mélasses provenant des fabriques allemandes, par . . . . 16°,9

2° *Lorsque l'on compare les quantités d'alcali contenues en moyenne dans ces mélasses, avec les caractères d'altération qu'elles présentent, on trouve :*

Que la fermentation est empêchée par la présence de 19°,5*;*

Que la tendance à la fermentation se manifeste avec 12°,8*;*

Que la transformation du sucre cristallisable en glucose n'a pas lieu avec 19°,5*;*

Qu'il existe des traces de dérivés du glucose non dosables, avec 20 *degrés;*

Que le glucose sucre et les dérivés du glucose dosables se manifestent avec 9°,3*; que, dans ces conditions, le sucre transformé en glucose a été, pour* 100 *grammes de sucre cristallisable non détruit, de* 8gr,85*;*

Que les dérivés du glucose, dosables sans glucose, se manifestent avec 10°,7*; que, dans ces conditions, la transformation du sucre en glucose a été de* 5gr,80.

3° *Il semble résulter de ces nombres que les mélasses peuvent être préservées de la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose, lorsqu'elles possèdent une dose suffisante d'alcali libre.*

Aussitôt que cet alcali décroît, la fermentation se produit, ainsi que la transformation du sucre cristallisable en glucose, et cette altération augmente lorsque les mélasses sont neutres ou acides.

Ces nombres semblent indiquer qu'il faut une assez grande quantité d'alcali pour empêcher ces altérations; mais lorsqu'on examine les quantités d'alcali dont ces moyennes sont composées, on reconnaît que les caractères d'altération qui se manifestent de 12°,8 *à* 9°,3, *ne se produisent pas dans des mélasses qui ne contiennent que* 3°,2 *d'alcali, tandis que les caractères d'altération se manifestent dans des mélasses contenant jusqu'à* 20°,9 *d'alcali.*

Ces anomalies nous ont conduit à examiner l'état sous lequel se trouve l'alcali dans les mélasses.

Il a été reconnu qu'il peut s'y rencontrer sous trois états, que le moyen de dosage par les acides confond, sous le nom général d'alcali libre, soit :

L'alcali à l'état caustique,

L'alcali à l'état de carbonate,

L'alcali à l'état de bicarbonate.

Que l'alcali à l'état de carbonate ou de bicarbonate n'empêche pas les altérations de la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.

Que l'alcali à l'état caustique a seul cette propriété.

Qu'il suffit de la présence d'une très petite quantité d'alcali caustique pour faire disparaître non seulement dans les analyses de laboratoire, mais encore dans le travail de la fabrication des masses cuites en cristallisation, les caractères de la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose qui en est la suite inévitable.

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES DEPUIS LA MASSE CUITE DE 1er JET JUSQU'À LA MÉLASSE, AU POINT DE VUE DE L'INFLUENCE DE L'ALCALI LIBRE QU'ELLES CONTIENNENT, SUR LES CARACTÈRES DE LA FERMENTATION ET SUR LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE.

PREMIER GROUPE (1874 A 1880).

Dans les analyses qui ont été faites de 1874 à 1880 sur les produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves, compris entre la masse cuite de premier jet et la mélasse, et dont les nombres se trouvent reproduits dans les tableaux nos 2A, 2B, 3A, 4A, 5A, 5B, 6A, du chapitre XII, l'alcali libre a été dosé avec beaucoup de soin, et les nombres obtenus ont été ramenés à 100 grammes de sucre contenu dans la matière analysée, inscrits dans lesdits tableaux, sous le nom quotient alcali libre, soit :

1° Dans les masses cuites de 1er jet;
2° Dans les sirops d'égout de 1er jet;
3° Dans les masses cuites de 2e jet;
4° Dans les sirops d'égout de 2e jet;
5° Dans les masses cuites de 3e jet.

Pour bien apprécier l'influence de l'alcali libre sur les caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés, il est nécessaire de mettre en regard du quotient alcali libre, non seulement les caractères qui représentent ces altérations, mais également l'absence de ces caractères lorsqu'ils ne se rencontrent pas.

Tous les produits analysés, en cours de fabrication à ce point de vue, composant le premier groupe 1874 à 1880, ont été reproduits dans le tableau suivant, n° 9.

TABLEAU N° 9.

Donnant le quotient alcali libre des matières sucrées en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves en regard de leurs caractères d'altération.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
1		(1) *0° 0	s.	0,0	18		7° 5	s.	Traces
2		*0° 0	m.	1,06	19		A* 6° 1	s.	0,0
3		9° 6	s.	0,0	20		4° 8	s.	0,0
4		0° 0	s.	0,0	21		3° 9	s.	0,0
5		(2) A 5° 7	s.	Traces	22		5° 4	s.	0,0
6		6° 2	s.	Traces	23		1° 8	s.	Traces
7		2° 5	s.	Traces	27		4° 3	s.	0,0
8	Masses cuites,	4° 0	s.	0,0	28	Masses cuites	2° 3	s.	0,0
9	1er jet.	7° 8	s.	0,0	29	1er jet.	5° 0	s.	0,0
10	— France.	5° 0	s.	Traces	30	— France.	2° 7	s.	0,0
11		*0° 0	s.	Traces	31		1° 2	s.	Traces
12		*0° 0	s.	Traces	32		7° 4	s.	2,66
13		8° 9	s.	0,0	33		*2° 6	m.	5,02
14		6° 1	s.	0,0	34		7° 2	s.	Traces
15		6° 4	s.	0,0	35		8° 0	s.	0,0
16		4° 8	s.	Traces	36		7° 3	s.	0,0
17		2° 4	s.	Traces	37		7° 9	s.	0,0

(1) Le signe * signifie cuite incomplète et impossible.
(2) Le signe A signifie cuite faite à air libre. — Toutes les cuites non marqués de ces signes sont faites dans le vide.

1	2	3	4	5
Numéro d'ordre.	Nature des produits.	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Caractères d'altération. Sucre transformé.
38	Masses cuites 1er jet. — France.	12° 2	s.	0,0
39		4° 7	s.	0,0
40		2° 9	s.	0,0
41		*15° 9	s.	0,0
42		4° 3	s.	0,0
43		20° 2	s.	0,0
44		8° 2	s.	0,0
45		22° 5	s.	0,0
1	Masses cuites 1er jet. — Belgique.	0° 0	s.	0,62
2		4° 3	s.	0,0
3		5° 0	s.	0,0
4		4° 9	s.	0,0
5		0° 0	s.	0,0
6		4° 9	s.	Traces
7		7° 0	s.	0,0
8		10° 1	s.	0,0
9		1° 2	s.	0,0
1	Sirops d'égout de 1er jet. — France.	0° 0	s.	Traces
2		7° 5	s.	Traces
3		10° 4	s.	0,0
4		27° 9	s.	0,0
5		21° 3	s.	0,0
6		16° 6	s.	0,0
7		8° 3	s.	0,0

1	2	3	4	5
Numéro d'ordre.	Nature des produits.	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Caractères d'altération. Sucre transformé.
8	Sirops d'égout de 1er jet. — France.	7° 5	m. l.	Traces
9		11° 5	s.	0,0
10		9° 9	s.	0,0
11		6° 9	s.	0,0
12		3° 4	m. l.	Traces
13		0° 0	m.	1,08
14		5° 7	m.	5,26
15		6° 2	m.	4,34
16		16° 6	s.	Traces
17		40° 1	s.	Traces
18		24° 6	s.	0,0
19		5° 0	m. l.	0,0
20		28° 2	m. l.	0,0
21		12° 5	s.	0,0
22		20° 8	s.	Traces
23		27° 5	s.	0,0
1	Masses cuites 2e jet. — France.	0° 0	m.	4,34
2		12° 8	m. l.	1,16
3		6° 5	m. l.	0,0
4		13° 7	s.	0,0
5		12° 5	s.	0,0
6		18° 5	s.	Traces
7		9° 1	s.	0,0
8		12° 9	s.	0,0

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Numéro d'ordre.	Nature des produits.	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Caractères d'altération. Sucre transformé.	Numéro d'ordre.	Nature des produits	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Caractères d'altération. Sucre transformé.
9		7° 1	m. l.	Traces	15		0° 0	s.	Traces
10		8° 8	s.	0,0	16		8° 2	m.	Traces
11		9° 3	s.	0,0	17		1° 9	m.	Traces
12		9° 9	m. l.	0,0	18		11° 1	s.	0,0
13	Masses cuites 2e jet. — France.	0° 0	m.	0,0	19		15° 6	s.	0,0
14		6° 3	m.	0,0	20		24° 7	s.	0,0
15		17° 6	s.	0,0	21		4° 8	s.	0,0
16		4° 9	s.	0,0	22		0° 0	m.	3,93
17		10° 5	s.	0,0	23		10° 6	m.	Traces
18		4° 9	m.	Traces	24		12° 8	s.	0,0
—	—	—	—	—	25		6° 8	m.	2,82
1		Acide 7° 6	m.	6,22	26		17° 3	m. l.	0,0
2		Alcali 16° 1	s.	0,0	27	Sirops d'égout de 2e jet. — France.	26° 1	s.	0,0
3		3° 5	s.	0,0	28		3° 8	m.	4,83
4		5° 3	s.	0,0	29		17° 3	s.	0,0
5		0° 0	m.	7,24	30		0° 0	m.	4,15
6		34° 7	s.	0,0	31		14° 5	s.	0,0
7	Sirops d'égout de 2e jet. — France.	24° 3	s.	0,0	32		3° 9	m.	1,94
8		12° 3	m.	1,42	33		3° 7	s.	0,0
9		6° 4	s.	0,0	34		0° 0	m.	5,12
10		8° 3	s.	0,0	35		13° 9	s.	0,0
11		11° 1	s.	0,0	36		6° 1	s.	0,0
12		17° 1	s.	Traces	37		0° 0	m.	Traces
13		Acide 4° 6	m.	13,08	38		12° 3	m.	Traces
14		0° 0	s.	Traces	39		34° 8	s.	Traces

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé	NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse	Sucre transformé.
40		15° 2	s.	0,0	65		58° 1	s.	0,0
41		Acide 4° 3	m.	Traces	66		17° 0	s.	0,0
42		26° 4	s.	Traces	67		0° 8	m.	0,0
43		18° 8	s.	0,0	68	Sirops	21° 8	s.	0,0
44		5° 8	s.	0,0	69	d'égout du 2e jet.	10° 3	s.	0,0
45		37° 7	s.	Traces	70	— France.	6° 1	s.	0,0
46		6° 9	m. l.	0,0	71		7° 5	s.	0,0
47		5° 8	s.	Traces	72		20° 1	s.	0,0
48		18° 5	s.	0,0	73		18° 2	s.	0,0
49		57° 9	s.	0,0	—	—	—	—	—
50		72° 8	s.	0,0	1		12° 8	s.	0,0
51	Sirops	15° 8	m. l.	0,0	2		43° 3	s.	0,0
52	d'égout de 2e jet.	4° 9	m. l.	Traces	3		6° 3	m.	Traces
53	— France.	16° 8	s.	0,0	4		23° 3	s.	0,0
54		13° 8	s.	0,0	5		22° 2	s.	0,0
55		6° 7	s.	0,0	6		0° 0	m.	4,0
56		6° 6	s.	3,82	7	Sirops	13° 5	m.	3,81
57		21° 1	s.	0,0	8	d'égout de 2e jet.	7° 6	m.	1,70
58		5° 4	m.	10,98	9	— Belgique.	10° 1	m.	7,56
59		28° 9	s.	0,0	10		5° 2	s.	Traces
60		35° 7	s.	0,0	11		10° 2	s.	0,0
61		34° 4	s.	0,0	12		3° 5	s.	0,0
62		13° 0	s.	0,0	13		4° 0	s.	Traces
63		11° 5	s.	0,0	14		8° 3	s.	0,0
64		46° 5	s.	0,0	15		23° 4	s.	0,0

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
16	Sirops d'égout de 2e jet. — Belgique.	13° 6	s.	Traces	1	Masses cuites 3e jet. — France.	Acide 7° 8	m.	6,22
17		6° 5	s.	Traces	2		0° 0	m.	6,42
18		4° 7	m.	Traces	3		3° 1	m.	2,42
19		16° 7	s.	Traces	4		0° 0	m.	5,96
20		28° 7	s.	0,0	5		7° 9	m.	9,38
21		11° 7	m.	4,98	6		6° 9	s.	0,00
22		0° 6	s.	10,07	7		5° 5	m.	1,76
23		14° 5	s.	0,0	8		15° 3	s	Traces
24		17° 7	s.	0,0	9		14° 8	s.	Traces
25		20° 6	s.	0,0	10		8° 3	m.	10,60
26		14° 3	s.	0,0	11		23° 7	s.	0,00
					12		26° 7	s.	0,00

Examen des résultats obtenus de l'analyse des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves.

PREMIER GROUPE (DE 1874 A 1880).

1° *Examen de l'alcalinité, de la neutralité et de l'acidité en présence des caractères de conservation et d'altération.*

1° Dans les masses cuites de 1er jet produites en France.

L'alcali libre a été dosé dans 42 masses cuites de 1er jet, sur lesquelles :

37 étaient alcalines, soit 88 p. 100.
5 étaient neutres, soit 12 p. 100.

Les 37 masses cuites alcalines contenaient pour 100 gr. sucre en alcali libre moyen, 6°,9.

Sur ces 37 masses cuites alcalines :

36 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient pour 100 grammes de sucre alcali libre moyen, 7°.
1 était en fermentation et contenait en alcali libre moyen, 2°,6.
25 n'avaient pas de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 7°,6.
10 contenaient des traces de principes réducteurs et en alcali libre moyen, 4°,4.
2 contenaient des principes réducteurs, en alcali libre moyen, 5°.
et en sucre transformé en glucose, 3gr,84.

Sur les 5 masses cuites neutres :

4 n'avaient aucune tendance à la fermentation.
1 était en fermentation.
2 ne contenaient pas de traces de principes réducteurs.
2 contenaient des traces de principes réducteurs.
1 contenait en sucre transformé en glucose, 1gr,06.

L'alcali libre a été dosé sur 9 masses cuites belges :
7 étaient alcalines, soit 77 p. 100.
2 étaient neutres, soit 23 p. 100.

Les 7 masses cuites alcalines contenaient en alcali libre moyen, 5°,3, et n'avaient aucune tendance à la fermentation.

6 n'avaient pas de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 5°,4.
1 contenait des traces de principes réducteurs et en alcali libre moyen, 4°,9.

Sur les 2 masses cuites neutres :

1 n'avait aucune tendance à la fermentation et ne contenait pas de glucose.
1 n'avait aucune tendance à la fermentation et contenait en sucre transformé en glucose, 0gr,62.

2° Sirops d'égout de 1er jet (France).

L'alcali libre a été dosé sur 23 sirops de turbinage de 1er jet, sur lesquels :

21 étaient alcalins, soit 91 p. 100.
2 étaient neutres, soit 9 p. 100.

Les 21 sirops alcalins contenaient alcali libre moyen, 15°,1.

Sur ces 21 sirops alcalins :

15 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 17°,4.
6 avaient une tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 9°,3.
13 n'avaient pas de traces de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 16°,2.
6 contenaient des traces de principes réducteurs et en alcali libre moyen, 15°,9.
2 contenaient du glucose et dérivés, avaient en alcali libre moyen, 5°,9,
et en sucre transformé en glucose, 4gr,80.

Sur les 2 sirops neutres :

1 n'avait aucune tendance à la fermentation et contenait des traces de glucose.
1 était en fermentation et contenait en sucre transformé en glucose, 1gr,98.

3° Masses cuites de 2° jet (France).

L'alcali libre a été dosé sur 18 masses cuites de 2e jet, sur lesquelles :

16 étaient alcalines, soit 88 p. 100.
2 étaient neutres, soit 12 p. 100.

Ces 16 masses cuites alcalines contenaient en alcali libre moyen pour 100 grammes de sucre, 10°,9.

Sur ces 16 masses cuites :

10 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 11°,7.
4 avaient une légère tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 9°.
2 étaient en fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 5°,6.
12 n'avaient pas de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 10°,1.
3 contenaient des traces de principes réducteurs et en alcali libre moyen, 10°,1.
1 contenait en alcali libre moyen, 12°,8 et en sucre et dérivés, 1gr,16.
2 étaient neutres, sur lesquelles :
2 étaient en fermentation, dont
1 contenait en sucre transformé en glucose, 4gr,34.

4° Sirops d'égout de 2° jet (France).

L'alcali libre a été dosé sur 73 sirops d'égout de 2e jet, sur lesquels :

63 étaient alcalins, soit 86 p. 100.
7 étaient neutres, soit 10 p. 100.
3 étaient acides, soit 4 p. 100.

Les 63 sirops alcalins contenaient, en alcali libre moyen, 17°.

49 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 20°,5.
4 avaient une tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 11°,2.
10 étaient en fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 6°,6.
47 n'avaient pas de traces de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 18°,6.
10 contenaient des traces de principes réducteurs et en alcali libre moyen, 15°,9.
6 avaient des principes réducteurs. Ils contenaient en alcali libre moyen, 6°,4,
et en sucre transformé en glucose, 4gr,36.

Sur les 7 sirops neutres :

2 ne présentaient pas de traces de fermentation.
5 étaient en fermentation.
3 ne contenaient que des traces de principes réducteurs.
4 contenaient des principes réducteurs, représentant en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne, 5gr,11.

Sur les 3 sirops acides :

3 étaient en fermentation.
1 ne contenait que des traces de principes réducteurs.
2 contenaient des principes réducteurs, représentant en sucre cristallisable transformé en glucose, 9gr,50.

Sirops d'égout de 2e jet (Belgique).

Les sirops d'égout ou mélasse de 2e jet, de Belgique,

dans lesquels l'alcali libre a été dosé étaient de 26, parmi lesquels :

25 étaient alcalins, soit 96 p. 100.
1 était neutre, soit 4 p. 100.

Les 25 mélasses alcalines contenaient en alcali libre moyen, 13°7.

19 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 15°,2.
6 avaient une tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 8°,9.
13 ne contenaient pas de traces de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 18°,6.
7 contenaient seulement des traces de principes réducteurs et en alcali libre moyen, 8°,1.
5 contenaient des principes réducteurs et en alcali libre moyen, 8°,7.

Elles contenaient en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne, 5gr,62.

La mélasse neutre était en fermentation et contenait en sucre transformé en glucose, 4gr,00.

5° Masses cuites de 3e jet (France).

Les masses cuites de 3e jet, provenant de fabriques de sucre situées en France, étaient au nombre de 12, parmi lesquelles :

9 étaient alcalines, soit 75 p. 100.
2 étaient neutres, soit 17 p. 100.
1 était acide, soit 8 p. 100.

Les 9 mélasses alcalines contenaient en alcali libre moyen, 12°, 4.

5 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 17°,4.
4 étaient en fermentation et contenaient en alcali libre moyen, 6°,2.

3 ne contenaient pas de traces de principes réducteurs et contenaient en alcali libre moyen, 19°,1.
2 contenaient des traces et en alcali libre moyen, 15°.
4 avaient des principes réducteurs. Elles contenaient en alcali libre moyen, 6°,2,
et en sucre transformé en glucose, 6^{gr},04.
2 étaient neutres en fermentation et contenaient des principes réducteurs en sucre transformé en glucose, 6^{gr},19.
1 était acide en fermentation, contenait des principes réducteurs et en sucre transformé en glucose, 6^{gr},22.

TABLEAU N° 10

résumant l'état alcalin et la quantité d'alcali libre moyen par 100 grammes de sucre contenu dans les différents produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves en comparaison avec leurs caractères de fermentation et de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés.

1re PÉRIODE (1874 A 1880).

DÉSIGNATION DES PRODUITS.	ORIGINE des produits.	PROPORTION pour 100.	ALCALI MOYEN DES PRODUITS EN COURS DE FABRICATION et des mélasses ayant les caractères suivants :							
			Alcali moyen.	Sans fermentation.	Tendance à la fermentation.	Fermentation.	Sans principes réducteurs.	Traces de principes réducteurs.	Glucose sucre et dérivés.	Sucre cristallisable transformé en glucose.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
										grammes.
Masses cuites de 1er jet.........	France.	88	6° 9	7° 0	—	2° 6	7° 6	4° 4	5° 0	3,84
Id.	Belgique.	77	5° 3	5° 3	—	—	5° 4	4° 9	—	—
Sirop d'égout de 1er jet.........	France.	91	15° 1	17° 4	9° 3	—	16° 2	15° 9	5° 9	4,80
Masses cuites de 2e jet..........	France.	88	10° 9	11° 7	9° 0	5° 6	10° 1	10° 1	12° 8	1,16
Sirop d'égout de 2e jet..........	France.	86	17° 0	20° 5	11° 2	6° 6	18° 6	15° 9	6° 4	4,36
Id	Belgique.	96	13° 7	15° 2	8° 9	—	18° 6	8° 1	8° 7	5,62
Masses cuites de 3e jet..........	France.	75	12° 4	17° 4	—	6° 2	19° 1	15°0	6° 2	6,04
Mélasse.........................	Générale.	93	16° 9	19° 5	12° 8	—	19° 5	20° 0	9° 3	8,85

Il résulte de l'examen qui vient d'être fait de l'alcalinité, de la neutralité et de l'acidité des différents produits en cours de travail dans la fabrication du sucre, que :

Les masses cuites de 1er jet sont généralement alcalines dans la proportion :

Pour la France, p. 100, *de.* 88
Pour la Belgique, p. 100, *de.* 77

Quelques-unes se trouvent à l'état neutre, dans la proportion :

Pour la France, p. 100, *de.* 12
Pour la Belgique, p. 100, *de.* 23

L'alcali, pour 100 *grammes de sucre cristallisable, est en moyenne :*

	France.	Belgique.
	—	—
Pour chaque masse cuite de 1er jet........	6° 9	5° 3
— qui n'ont aucune tendance à la fermentation........................	7° 0	—
— qui ont une tendance à la fermentation............................	2° 6	—
— qui n'ont pas de principes réducteurs.	7° 6	5° 4
— qui ont des traces de principes réducteurs...........................	4° 4	4° 9
— qui contiennent du glucose et des dérivés	5° 0	—
— en sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés.............	3g 84	—

Les nombres représentant ces moyennes se composent d'alcali sous les trois états précédemment indiqués : à l'état caustique, à l'état de carbonate et à l'état de bicarbonate, et ne peuvent servir de base pour indiquer, avec quelque certitude, la quantité d'alcali nécessaire pour préserver les masses cuites de 1er jet de la tendance à la fermentation et de la transformation du sucre cristallisable en glucose.

En effet, en examinant les masses cuites de 1er jet à l'état neutre, c'est-à-dire dépourvues de toute alcalinité, on en rencontre qui n'ont aucune tendance à la fermen-

tation et qui ne contiennent pas de principes réducteurs.

Si l'on peut conclure que la présence de l'alcali à l'état caustique peut préserver les produits sucrés contre toute altération du sucre, on ne peut en conclure que son absence est un indice certain de l'existence de ces altérations, et également qu'elles ne se produiront pas dans les opérations qui doivent suivre les masses cuites de 1er jet.

Les sirops d'égout de 1er jet sont aussi généralement alcalins comme les masses cuites de 1er jet, à peu près dans la même proportion, soit pour la France :

Dans la proportion de 91 *p.* 100, *au lieu de* 88 *p.* 100.

Quelques-unes sont neutres, dans la proportion de 9 *p.* 100 *au lieu de* 12 *p.* 100.

Mais l'alcali moyen y a plus que doublé, de 6°,9 *il s'est élevé à* 15°,1.

Dans les sirops d'égout, sans traces de fermentation, il s'est élevé de 7°,6 *à* 17°,4.

Dans les sirops ayant une tendance à la fermentation, de 2°,6 *à* 9°,3.

Dans les sirops sans traces de principes réducteurs, de 7°,6 *à* 16°,2.

Dans les sirops avec traces de principes réducteurs, de 4°,4 *à* 15°,9.

Cette augmentation d'alcali paraît en rapport avec la réduction du volume de la masse cuite 1er jet et de l'élimination du sucre cristallisé.

Ces sirops d'égout de 1er jet, évaporés à l'état de masses cuites de 2e jet, sont également alcalins dans les mêmes proportions que les masses cuites de 1er jet, soit 88 *p.* 100.

Quelques-unes sont neutres également dans la même proportion que dans les masses cuites de 1er jet, soit 12 *p.* 100.

Mais il paraît s'être opéré, pendant la cuite en 2e jet, une réduction dans la proportion de l'alcali moyen.

Ainsi l'alcali qui était dans les égouts de 1er jet, par rapport à 100 grammes de sucre en moyenne de 15°,1, n'était plus, dans la masse cuite 2e jet, que de 10°,9.

Dans les masses cuites sans traces de fermentation de 17°,4, n'était plus que de 11°,7.

Dans les masses cuites n'ayant pas de principes réducteurs, de 16°,2 à 10°,1.

Dans les masses cuites ayant des traces de principes réducteurs, de 15°,9 à 10°,1.

On peut conclure de ces nombres que, pendant l'évaporation et la cuite des sirops d'égout de 1er jet alcalins en masse cuite de 2e jet, il disparaît une assez grande quantité d'alcali sans que les caractères d'altération paraissent avoir sensiblement augmenté.

Les sirops d'égout de turbinage des masses cuites de 2e jet sont également alcalins à peu près dans la même proportion que dans les masses cuites de 1er jet, soit 88 p. 100.

L'alcali paraît avoir augmenté dans la proportion de la réduction du sucre cristallisé éliminé dans le turbinage, pour 100 grammes de sucre, dans la proportion de 15°,1 à 17°.

Les égouts de 2e jet, n'ayant aucune tendance à la fermentation, de 17°,4 à 20°,5.

Les égouts de 2e jet, ayant une tendance à la fermentation, de 9°,3 à 11°,2.

Les égouts de 2e jet, ne contenant pas de principes réducteurs, de 16°,2 à 18°,6.

Les égouts de 2e jet, contenant des traces de principes réducteurs restent dans les mêmes proportions, soit 15°,9.

Les sirops d'égout de turbinage de sucre de 2e jet, recuits en 3e jet, ont perdu pendant la cuite en alcali de 17° à 12°,4.

Quoique ces nombres ne soient pas parfaitement comparables entre eux, l'alcali qui doit aller en augmentant dans le produit liquide par l'éliminateur du sucre con-

tenu dans les masses cuites va, au contraire, en diminuant pendant l'évaporation et la cuite suivantes.

Dans la mélasse, c'est-à-dire dans les égouts de 3e jet, l'alcali paraît augmenter en dehors de toute proportion; mais cet excès d'alcali ne peut être considéré comme de l'alcali normal, il doit provenir d'une pratique assez répandue dans la fabrication du sucre de betterave en France, d'ajouter aux masses cuites de 3e jet en cristallisation, du lait de chaux pour empêcher la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose.

En ce qui concerne les produits neutres en cours de travail observés dans les masses cuites de 1er jet, dont quelques-unes n'ont aucune tendance à la fermentation et ne contiennent pas de principes réducteurs, on observe dans les opérations suivantes que la neutralité disparaît peu à peu, que les caractères d'altération apparaissent, que l'acidité se développe et, par suite, le glucose et les dérivés du glucose.

III.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'ANALYSE DES MÉLASSES DES FABRIQUES DE SUCRE DE BETTERAVES, AU POINT DE VUE DE L'INFLUENCE DE L'ALCALI LIBRE QU'ELLES CONTIENNENT SUR LES CARACTÈRES DE LA FERMENTATION ET SUR LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS.

Deuxième groupe (1884 à 1887).

Les mélasses comprises dans le 2e groupe, produites pendant les années 1884 à 1887, dans lesquelles l'alcali libre a été dosé, sont au nombre de 188.

Toutes provenaient de fabriques de sucre situées en France dans divers départements.

Les nombres obtenus de ces diverses analyses ont été groupés dans le tableau suivant, n° 11, et mis en regard

des caractères de fermentation et de transformation de sucre cristallisable en glucose et en dérivés comme cela a été fait pour les mélasses du premier groupe, de **1874** à **1880** (voir le tableau n° 7).

Ces nombres et ces caractères ont été extraits du tableau n° 1, deuxième groupe du chapitre XII.

La lettre S, dans la colonne n° 4, désigne que la mélasse desséchée à 120°, en couches minces sur une plaque de verre, a conservé sa transparence et n'a pas donné de mousse.

Les lettres **M L**, dans la même colonne, signifient au contraire que la mélasse desséchée était recouverte d'une mousse légère.

La lettre **M** indique une couche de mousse forte.

La lettre A, dans la colonne n° 3, indique que la mélasse était acide.

Les 0,00, dans la même colonne n° 3, indiquent que la mélasse était ni alcaline ni acide, c'est-à-dire était neutre.

Les nombres reproduits sans autre désignation représentent l'alcali libre en degrés alcalimétriques de Gay-Lussac.

TABLEAU N° 11

donnant le quotient alcali libre des mélasses de fabriques de sucre de betteraves en regard de leurs caractères d'altération.

2° GROUPE 1884 A 1887. — Voir TABLEAU N° 1, CHAPITRE XII.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
			CARACTÈRES d'altération.					CARACTÈRES d'altération.	
NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
1	France.	17° 9	s.	4,30	28		A 38° 1	m.	21,54
2		17° 5	s.	2,44	29		7° 4	m. l.	5,98
3		0° 0	m.	5,60	30		25° 3	s.	Traces
4		16° 8	s.	1,48	31		A 24° 7	m.	22,13
5		27° 1	s.	1,62	32		A 13° 3	m.	Traces
6		36° 9	s.	0,00	33		0° 0	m.	5,60
7		25° 6	s.	0,00	34		A 5° 8	m.	6,10
8		14° 7	s.	0,00	35		11° 4	s.	2,28
9		0° 0	m.	2,24	36		A 12° 5	m.	24,98
10		24° 0	s.	0,00	37		0° 0	m. l.	6,88
11		15° 4	s.	4,84	38		3° 8	s.	Traces
12		Acide 10° 0	m.	24,48	39		9° 0	m. l.	0,00
13		11° 6	m.	9,34	40		10° 0	s.	Traces
14		35° 9	s.	0,00	41		18° 1	s.	Traces
15		17° 2	s.	0,00	42		9° 3	s.	Traces
16		7° 3	s.	0,00	43		0° 0	m.	20,20
17		26° 0	s.	0,00	44		14° 5	m.	3,14
18		21° 5	s.	Traces	45		16° 0	s.	4,00
19		14° 6	s.	Traces	46		0° 0	m.	4,40
20		22° 0	s.	1,46	47		23° 7	s.	Traces
21		22° 4	s.	Traces	48		10° 0	s.	2,80
22		9° 1	s.	3,42	49		A 9° 9	m.	86,42
23		8° 9	s.	3,14	50		16° 0	s.	12,84
24		31° 4	s.	8,76	51		12° 4	s.	Traces
25		0° 0	m.	23,93	52		9° 9	s.	Traces
26		A 14° 6	m,	13,77	53		33° 9	s.	Traces
27		A 24° 4	m.	18,16	54		9° 5	s.	3,10

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération.		NUMÉRO D'ORDRE.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération.	
			Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.				Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
55		20° 2	s.	Traces	89		11° 0	s.	1,98
56		21° 9	s.	Traces	90		0° 0	m.	7,80
57		24° 2	s.	2,20	91		8° 3	m. l.	2,48
58		4° 8	s.	3,88	92		7° 6	s.	Traces
59		9° 0	s.	3,06	93		23° 8	m. l.	9,58
60		12° 0	s.	Traces	94		8° 9	m.	11,22
61		13° 1	s.	1,30	95		0° 0	m.	11,34
62		9° 5	s.	Traces	96		4° 0	m.	6,80
63		17° 2	s.	Traces	97		17° 9	s.	Traces
64		A 12° 2	m.	17,34	98		10° 7	m. l.	Traces
65		0° 0	m. l.	3,50	99		10° 2	m. l.	Traces
66		10° 2	s.	Traces	100		11° 2	s.	Traces
67		9° 3	m.	6,66	101		11° 4	s.	Traces
68		14° 6	m.	7,81	102		18° 1	s.	Traces
69		6° 6	s.	3,08	103		A 10° 0	m.	20,15
70		4° 4	s.	3,32	104		13° 4	s.	4,16
71		4° 5	s.	2,98	105		8° 6	m. l.	Traces
72		6° 7	s.	3,36	106		A 16° 0	m.	22,48
73		6° 0	m. l.	2,00	107		15° 1	s.	Traces
74		30° 3	m.	9,02	108		11° 2	s.	Traces
75		6° 7	s.	3,36	109		14° 2	s.	Traces
76		A 3° 8	m.	7,08	110		18° 7	s.	Traces
77		9° 6	s.	2,70	111		6° 6	m. l.	4,40
78		8° 6	s.	2,80	112		22° 0	s.	Traces
79		19° 0	s.	Traces	113		6° 7	m. l.	Traces
80		18° 7	s.	2,12	114		16° 6	s.	Traces
81		14° 3	s.	2,38	115		4° 8	m.	13,04
82		7° 5	s.	2,84	116		4° 5	m. l.	5,26
83		4° 3	m. l.	3,02	117		A 18° 0	m.	20,72
84		20° 2	s.	Traces	118		11° 8	s.	Traces
85		15° 1	m. l.	Traces	119		18° 7	s.	1,86
86		11° 2	m. l.	Traces	120		4° 6	m.	11,23
87		8° 3	m. l.	Traces	121		23° 5	s.	2,88
88		8° 8	m. l.	4,44	122		27° 8	s.	240

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
			CARACTÈRES d'altération.					CARACTÈRES d'altération.	
NUMÉRO D'ORDRE	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE	ORIGINE.	QUOTIENT alcali libre.	Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
123		A 8° 0	m.	10,81	156		37° 4	s.	Traces
124		8° 1	s.	0,00	157		19° 9	s.	2,16
125		14° 9	s.	2,98	158		28° 0	s.	Traces
126		18° 7	m. l.	Traces	159		44° 8	s.	2,44
127		30° 7	s.	Traces	160		0° 0	m.	6,36
128		34° 5	s.	Traces	161		17° 0	s.	Traces
129		21° 3	s.	4,84	162		22° 6	s.	Traces
130		5° 9	s.	2,36	163		24° 2	m.	Traces
131		27° 1	s.	Traces	164		11° 2	m.	Traces
132		6° 9	m. l.	Traces	165		14° 9	s.	Traces
133		14° 5	m. l.	Traces	166		2° 0	m.	3,32
134		A 11° 0	m.	45,21	167		5° 6	s.	Traces
135		17° 1	s.	2,28	168		16° 6	s.	Traces
136		10° 3	m.	2,58	169		18° 1	s.	2,52
137		7° 7	m.	2,70	170		17° 8	s.	2,48
138		12° 1	m. l.	2,10	171		28° 9	s.	2,34
139		0° 0	m.	8,76	172		0° 0	m.	10,96
140		10° 0	m. l.	8,02	173		22° 4	s.	2,24
141		42° 4	s.	2,12	174		A 7° 0	m.	10,71
142		23° 2	s.	Traces	175		3° 5	m. l.	2,80
143		5° 1	s.	2,72	176		7° 1	s.	2,84
144		16° 6	s.	2,06	177		30° 6	s.	1,70
145		12° 6	s.	Traces	178		19° 4	s.	3,44
146		16° 6	m.	2,48	179		48° 6	s.	Traces
147		18° 3	s.	2,04	180		16° 9	s.	2,54
148		25° 9	s.	2,14	181		6° 0	m.	8,72
149		18° 5	s.	4,92	182		7° 9	s.	2,76
150		16° 3	s.	4,12	183		31° 7	s.	2,54
151		7° 2	m. l.	5,78	184		51° 0	s.	Traces
152		19° 2	s.	4,56	185		22° 4	s.	Traces
153		3° 6	m. l.	2,20	186		24° 2	s.	2,86
154		21° 5	m.	2,14	187		30° 2	s.	2,58
155		5° 2	s.	Traces	188		37° 1	m. l.	2,46

Examen des résultats obtenus dans l'analyse des mélasses des fabriques de sucre de betteraves au point de vue de l'alcali libre moyen qu'elles contiennent pour 100 grammes de sucre cristallisable, en présence de leurs caractères d'altération et de leur transformation du sucre cristallisable en glucose.

Le quotient alcali libre a été déterminé dans les mélasses obtenues pendant les années 1884 à 1887, sur 188 mélasses renfermées dans le deuxième groupe, provenant toutes de fabriques de sucre situées en France :

158 étaient alcalines, soit pour 100. . . 84
13 étaient neutres, — . . . 7
17 étaient acides, — . . . 9

Les mélasses alcalines contenaient en alcali libre moyen pour 100 de sucre, 15°,2.

1° *Examen de la quantité d'alcali libre au point de vue de leur tendance à la fermentation.*

Sur les 158 mélasses alcalines :

116 n'avaient aucune tendance à la fermentation. Elles contenaient en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 18°,2.
25 avaient une tendance légère à la fermentation. Elles contenaient en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 10°,5.
17 étaient en fermentation. Elles contenaient, en alcali libre moyen, 11°,7.

2° *Examen de la quantité d'alcali libre au point de vue de l'absence ou de la présence du glucose, des dérivés du glucose et de la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose.*

Sur les 158 mélasses alcalines,

10 n'avaient pas de traces de glucose, et contenaient en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 20°,4.
60 ne contenaient que des traces de glucose, et en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 16°,8.
88 contenaient du glucose et des dérivés, en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 14°,9 et en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne, 3gr,89.

3° *Examen des mélasses neutres au point de vue des caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.*

Les 13 mélasses neutres contenaient toutes du glucose ou des dérivés, soit en sucre cristallisable transformé en glucose, pour 100 grammes de sucre, en moyenne 9gr,04.

2 avaient une légère tendance à la fermentation. Elles contenaient du glucose et des dérivés, soit en sucre cristallisable transformé en glucose, pour 100 grammes de sucre, en moyenne 5gr,19.
11 étaient en fermentation. Elles contenaient du glucose et des dérivés, soit en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne 9gr,74.

4° *Examen des mélasses acides au point de vue des caractères de fermentation et du sucre cristallisable, transformé en glucose et en dérivés.*

Les 17 mélasses acides contenaient, en degrés d'acide correspondant aux degrés alcalimétriques, en moyenne pour 100 grammes de sucre, 14°.

16 étaient en fermentation et contenaient, en glucose et en dérivés, en moyenne 23gr,25.
1 était en fermentation et ne contenait que des traces de glucose.

Si l'on rapproche les nombres obtenus de l'analyse des

mélasses produites dans chacune des deux périodes, on trouve les résultats suivants :

Pour les mélasses françaises :

Au point de vue de leur alcalinité, sur 100 mélasses, il s'en trouvait :

	1874 à 1880.	1884 à 1887.
En mélasses alcalines..........	94	84
En mélasses neutres...........	3	7
En mélasses acides............	3	9
Les mélasses alcalines contenaient en moyenne pour 100 gr. de sucre en alcali libre......................	16° 1	15° 2
Elles étaient préservées de la fermentation par....................	21° 2	18° 2
Elles étaient préservés du glucose et des dérivés par.................	18° 1	20° 4
Les traces de fermentation apparaissaient avec.....................	8° 9	11° 7
Les traces de glucose apparaissaient avec.........................	21° 4	16° 8
Le glucose et les dérivés du glucose se produisaient avec.............	9°	11° 9
La quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés pour 100 de sucre non transformé était de....................	13gr79	3gr89

Ces différents nombres représentant l'alcali, s'éloignent si peu les uns des autres que l'on pourrait admettre, sans plus d'examen, que les influences qui leur ont donné naissance sont les mêmes et existent à l'état permanent dans la fabrication du sucre de betteraves, et que les quantités d'alcali ainsi établies devraient pouvoir servir de base pour déterminer l'alcali nécessaire pour éviter les caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose; mais on reconnaît bien vite qu'il n'en peut être ainsi ; lorsqu'on examine les quantités d'alcali prises isolément dont se composent ces différentes moyennes, comme cela a été fait pour les mélasses alcalines du premier groupe, on observe les mêmes faits; c'est-à-dire qu'il existe des mélasses qui ne présentent aucun caractère de fermentation, qui contiennent, en moyenne, pour 100 *grammes de sucre*, 18°,2.

Des mélasses qui sont préservées de la fermentation seulement, par 3°,8 et 4°,3.

Des mélasses qui présentent des caractères de fermentation alors qu'elles contiennent jusqu'à 24°,2 *et* 30°,3, *quantité d'alcali bien supérieure à celle que l'on pourrait admettre pour leur conservation.*

Des mélasses qui ne contiennent pas de traces de glucose avec 7°,3, et des mélasses qui contiennent du glucose et des dérivés avec 44°,8.

Les causes de ces contradictions apparentes résident uniquement, comme nous l'avons démontré expérimentalement, dans l'état où se trouve l'alcali dans les mélasses, soit à l'état caustique, à l'état de carbonate et de bicarbonate; l'alcali sous ces deux derniers états ne joue aucun rôle préservatif; l'alcali à l'état caustique permanent peut seul empêcher la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.

Il résulte de cette étude, que les mélasses de fabrique de sucre de betteraves, produites pendant la période actuelle de 1884 *à* 1887, *présentent exactement les mêmes caractères de conservation et d'altération que les mélasses de la période* 1874 *à* 1880, *et que considérée au point de vue des phénomènes de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose, la fabrication du sucre va plutôt en déclinant qu'en s'améliorant.*

Tous ces caractères d'altération s'exagèrent dans les mélasses neutres et surtout à mesure que l'acide s'y développe.

IV.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES, AU POINT DE VUE DE L'INFLUENCE DE L'ALCALI LIBRE QU'ILS CONTIENNENT SUR LES CARACTÈRES DE LA FERMENTATION ET SUR LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS.

DEUXIÈME GROUPE (DE 1884 A 1887).

Tous les produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves compris dans le deuxième groupe, de 1884 à 1887, dans lesquels l'alcali libre a été dosé et dont les nombres sont groupés dans le tableau suivant, nº 12, en regard de leurs caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable, transformé en glucose et en dérivés, sont :

Les masses cuites de 1er jet, d'après le tableau 2, A *bis*, du chapitre XII;

Les masses cuites de 2e jet, d'après le tableau 4, A *bis*, du chapitre XII;

Les égouts de 2e jet, d'après le tableau 5, A *bis*, du chapitre XII;

Les masses cuites de 3e jet, d'après le tableau 6, A *bis*, du chapitre XII.

Les mêmes lettres désignent les mêmes caractères, et les mêmes numéros, les mêmes colonnes que dans le tableau nº 9, contenant les produits similaires faisant partie du premier groupe, de 1874 à 1880.

TABLEAU N° 12

donnant le quotient alcali libre des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves en regard de leurs caractères d'altération, fermentation et transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés **(1884 à 1887).**

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération.		NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération.	
			Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.				Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
1		3° 7	s.	0,00	20		7° 6	s.	2,62
2		2° 2	s.	0,00	21		4° 8	m.	Traces
3		2° 3	s.	0,28	22		7° 3	m.	Id.
4		3° 3	s.	0,24	23		3° 7	m.	Id.
5		2° 5	s.	0,16	24		8° 6	s.	0,00
6		12° 4	m. l.	3,42	25		4° 8	s.	Traces
7		9° 8	m. l.	3,82	26		2° 4	s.	0,96
8		12° 9	m.	3,63	27		2° 4	s.	0,74
9		3° 8	m.	0,44	28		3° 6	s.	Traces
10	Masses cuites de 1er jet	10° 0	s.	0,44	29	Masses cuites de 1er jet.	7° 4	s.	Id.
11		3° 9	m.	0,62	30		9° 7	s.	0,00
12		14° 6	s.	0,00	31		6 3°	s.	1,57
13		9° 6	s.	0,00	32		8° 7	s.	0,48
14		9° 6	s.	Traces	33		10° 9	s.	Traces
15		8° 8	s.	Id.	34		10° 9	m.	0,00
16		8° 4	s.	Id.	35		3° 6	s.	0,64
17		6° 5	s.	Id.	36		6° 2	s.	Traces
18		5° 1	s.	Id.	37		8° 5	s.	0,00
19		4° 2	s.	0,00	38		3° 6	s.	Traces

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
39		6° 0	s.	Traces	63		3° 5	s.	Traces
40		4° 8	s.	Id.	64		1° 2	s.	Id.
41		7° 2	s.	0,66	65		2° 5	m.	Id.
42		8° 1	s.	0,00	66		8° 9	s.	Id.
43		3° 5	m.	Traces	67		8° 9	s.	Id.
44		8° 6	s.	0,00	68		7° 6	s.	Id.
45		8° 7	s.	0,00	69		8° 9	s.	Id.
46		6° 0	s.	0,00	70		3° 7	s.	Id.
47		4° 8	s.	0,00	71		14° 3	s.	0,88
48		11° 1	s.	0,00	72		10° 3	s.	Traces
49		2° 4	s.	Traces	73		7° 6	s.	Id.
50	Masses cuites de Ier jet.	9° 3	s.	Id.	74	Masses cuites de Ier jet.	13° 2	s.	Id.
51		9° 7	s.	Id.	75		5° 3	s.	0,92
52		7° 3	s.	Id.	76		5° 1	s.	Traces
53		7° 3	s.	Id.	77		12° 3	s.	Id.
54		3° 5	s.	Id.	78		7° 8	m.	0,90
55		10° 7	s.	Id.	79		6° 1	s.	Traces
56		8° 7	s.	Id.	80		5° 2	s.	Id.
57		4° 7	s.	Id.	81		4° 2	s.	Id.
58		8° 4	s.	Id.	82		6° 1	s.	Id.
59		1° 2	s.	Id.	83		3° 6	s.	Id.
60		3° 5	s.	Id.	84		3° 7	s.	Id.
61		2° 5	s.	Id.	85		4° 8	s.	Id.
62		6° 5	s.	Id.	86		5° 0	s.	Id.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
87		5° 9	s.	Traces	111		3° 5	s.	Traces
88		4° 8	s.	Id.	112		1° 2	s.	Id.
89		2° 3	m. l.	Id.	113		0° 0	s.	1,02
90		3° 5	s.	Id.	114		7° 0	s.	Traces
91		3° 5	s.	Id.	115		6° 1	s.	Id.
92		7° 3	s.	Id.	116		6° 1	s.	Id.
93		3° 6	s.	Id.	117		3° 5	s.	Id.
94		6° 1	s.	Id.	118		11° 6	s.	Id.
95		4° 9	s.	Id.	119		2° 3	s.	Id.
96		3° 7	s.	Id.	120		5° 9	s.	Id.
97		8° 7	s.	Id.	121		6° 0	s.	Id.
98	Masses cuites de 1er jet.	6° 1	s.	Id.	122	Masses cuites de 1er jet.	9° 2	s.	Id.
99		3° 7	s.	Id.	123		8° 0	s.	Id.
100		6° 1	s.	Id.	124		5° 7	s.	0,00
101		6° 0	s.	Id.	125		11° 6	s.	Traces
102		2° 4	m. l.	Id.	126		3° 5	s.	0,00
103		6° 1	s.	Id.	127		4° 8	s.	0,00
104		8° 4	s.	Id.	128		5° 8	s.	Traces
105		2° 4	m. l.	Id.	129		5° 7	s.	Id.
106		0° 0	m. l.	1,24	130		9° 6	s.	0,00
107		4° 4	s.	Traces	131		0° 0	s.	1,58
108		4° 8	s.	0,00	132		4° 6	s.	0,00
109		2° 3	s.	Traces	133		4° 7	s.	Traces
110		2° 4	s.	Id.	134		7° 1	s.	Id.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
135	Masses cuites de 1er jet.	9° 9	s.	Traces	159	Masses cuites de 1er jet.	2° 4	s.	0,00
136		7° 1	s.	Id.	160		8° 1	s.	0,00
137		10° 9	s	Id.	161		6° 0	s.	0,00
138		14° 3	s.	0,00	162		5° 2	s.	0,00
139		9° 5	s.	0,00	163		0° 0	s.	Traces
140		3° 6	s.	Traces	164		4° 7	s.	0,00
141		2° 4	s.	Id.	165		2° 4	s.	0,00
142		2° 3	s.	Id.	166		14° 6	s.	0,00
143		3° 5	s.	Id.	167		2° 4	s.	0,00
144		2° 3	s.	Id	168		4° 5	s.	0,00
145		5° 8	s	0,00	169		5° 7	s.	0,00
146		3° 4	s.	0,00	170		7° 3	s.	0,00
147		4° 8	s.	0,00	171		8° 2	s.	0,00
148		4° 7	s.	0,00	172		3° 5	s.	0,00
149		7° 0	s.	0,00	173		4° 8	s.	0,00
150		7° 0	s.	0,00	174		4° 7	s.	0,00
151		9° 5	s.	0,00	175		7° 1	s.	0,00
152		4° 8	s.	0,00	176		5° 9	s.	0,00
153		7° 3	s.	0,00	177		7° 0	s.	0,00
154		10° 5	s.	0,00	178		4° 9	s.	0,00
155		3° 5	s.	0,00	179		3° 6	s.	0,00
156		7° 1	s.	0,00	180		4° 6	s.	0,00
157		3° 5	s.	0,00	181		4° 8	s.	0,00
158		3° 5	s.	0,00	182		8° 0	s.	0,00

1	2	3	4	5
Numéro d'ordre.	Nature des produits.	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
183	Masses cuites de 1er jet.	7° 2	s.	0,00
184		5° 8	s.	0,00
185		8° 6	s.	0,00
186		4° 6	s.	0,00
187		7° 3	s.	0,00
188		6° 2	s.	0,00
1	Masses cuites de 2e jet.	16° 9	s.	0,46
2		10° 9	s.	0,98
3		8° 6	s.	Traces
4		13° 6	s.	Id.
5		12° 6	s.	Id.
6		6° 0	s.	Id.
7		5° 9	s.	Id.
8		12° 9	s.	Id.
9		5° 8	s.	Id.
10		11° 8	s.	Id.
11		5° 8	s.	Id.
12		5° 9	s.	Id.
13		12° 1	s.	Id.
14		21° 0	s.	3,84
15		8° 8	s.	Traces
16		13° 8	s.	3,96
17	Masses cuites de 2e jet.	11° 5	s.	4,52
18		4° 9	m. l.	3,82
19		14° 7	s.	Traces
20		14° 3	s.	0,88
21		13° 2	m.	Traces
22		10° 6	s.	Id.
23		12° 8	s.	Id.
24		6° 4	s.	Id.
25		3° 5	s.	2,62
26		7° 6	s.	1,22
27		14° 2	s.	Traces
28		21° 8	s.	Id.
29		26° 9	s.	Id.
30		5° 7	m. l.	4,76
31		A 15°0	m.	22,00
32		10° 0	s.	2,00
33		3° 2	m. l.	Traces
34		20° 9	s.	Id.
35		17° 8	s.	Id.
36		4° 5	s.	Id.
37		10° 0	s.	Id.
38		14° 4	s	Id.
39		17° 4	s.	1,74

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Numéro d'ordre.	Nature des produits.	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Caractères d'altération. Sucre transformé.	Numéro d'ordre.	Nature des produits.	Quotient alcali libre.	Caractères d'altération. Mousse ou sans mousse.	Caractères d'altération. Sucre transformé.
1	Mélasses ou sirops d'égout de sucre de 2e jet.	20° 8	s.	1,66	25	Mélasses ou sirops d'égout de sucre de 2e jet.	0° 0	m.	8,28
2		0° 0	m. l.	8,36	26		0° 0	m. l.	4,68
3		0° 0	m.	12,18	27		10° 4	s.	2,08
4		0° 0	m.	18,36	28		4° 3	m. l.	5,48
5		9° 3	s.	6,72	29		35° 0	s.	Traces
6		9° 4	s.	6,98	30		35° 0	s.	Id.
7		8° 2	m.	5,76	31		29° 1	s.	Id.
8		7° 4	m. l.	6,90	32		4° 0	m.	3,66
9		0° 0	m.	13,02	33		2° 0	m.	7,48
10		8° 9	m. l.	Traces	34		17° 9	s.	1,94
11		0° 0	m.	4,34	35		23° 5	m.	1,78
12		5° 8	s.	1,92	36		14° 5	m. l.	Traces
13		5° 8	s.	1,42	37		16° 3	m. l.	Id.
14		7° 4	s.	Traces	38		14° 4	s.	2,16
15		1° 9	m. l.	2,70	39		16° 8	m. l.	Traces
16		3° 6	m.	Traces	40		30° 6	s.	Id.
17		19° 9	s.	Id.	41		11° 4	s.	Id.
18		17° 2	s.	Id.	42		14° 4	s.	Id.
19		4° 0	s.	6,60	43		5° 9	s.	Id.
20		6° 2	s.	3,32	44		18° 9	m. l.	Id.
21		11° 0	m. l.	2,62	45		12° 5	s.	Id.
22		11° 7	s.	6,78	46		6° 4	m.	7,74
23		0° 0	m.	8,88	47		23° 9	s.	18,40
24		0° 0	m. l.	8,30	48		32° 6	s.	Traces

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.	NUMÉRO D'ORDRE.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre transformé.
49	*Idem.*	21° 5	s.	2,14	18		11° 4	s.	2,28
					19		9° 6	m.	7,20
1		8° 2	s.	0,66	20		5° 4	m. l.	6,14
2		8° 2	s.	Traces	21		3° 7	s.	2,41
3		8° 1	m.	0,08	22		1° 8	m. l.	4,52
4		3° 0	s.	Traces	23		27° 1	s.	1,88
5		18° 5	s.	1,04	24		5° 4	s.	Traces
6		A 5° 0	m	15,42	25		38° 9	s.	Id.
7		16° 2	s.	2,08	26	Masses cuites de 3e jet.	6° 5	s.	1,62
8	Masses cuites de 3e jet.	24° 5	s.	4,72	27		52° 9	s.	Traces
9		8° 6	s.	2,92	28		8° 2	m. l.	2,30
10		15° 3	s.	Traces	29		3° 7	m.	5,98
11		8° 6	s.	Id.	30		8° 5	m.	2,04
12		36° 8	s.	Id.	31		8° 7	m. l	2,44
13		0° 0	m.	Id.	32		7° 0	m.	2,12
14		5° 3	s.	Id.	33		8° 5	m. l.	2,20
15		19° 2	s.	Id.	34		20° 4	s.	1,70
16		9° 0	s.	1,80	35		21° 0	s.	2,80
17		10° 6	s.	Traces	36		8° 7	s.	3,00

I.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

DEUXIÈME GROUPE (DE 1884 A 1887).

1° *Examen de l'alcalinité et des caractères de conservation et d'altération.*

1° Dans les masses cuites de 1er jet, produites en France.

L'alcali libre a été dosé dans 188 masses cuites en grain, de 1er jet, sur lesquelles :

184 étaient alcalines, soit 98 p. 100.
4 étaient neutres, soit 2 p. 100.

Les 184 masses cuites en grain alcalines contenaient, pour 100 grammes de sucre cristallisable en alcali libre moyen, 6°,1.

Sur ces 184 masses cuites alcalines :

169 n'avaient aucune tendance à la fermentation et contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 6°,1.
5 avaient une légère tendance à la fermentation et contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 5°,8.
10 étaient en fermentation et contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 6°,1.
66 n'avaient pas de principes réducteurs. Elles contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 7°,4.
99 avaient des traces de principes réducteurs et contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 4°,8.

19 contenaient du glucose et des dérivés, pour 100 grammes de sucre en alcali libre, moyen, 6°,6, et en sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés, en moyenne, 1gr,23.

Sur les 4 masses cuites neutres :

3 n'avaient aucune tendance à la fermentation.
1 avait une légère tendance à la fermentation.
1 contenait des traces de principes réducteurs.
3 contenaient des dérivés du glucose pour 100 grammes de sucre non transformé, en moyenne, 1gr,28.

2° Masses cuites de 2e jet.

L'alcali libre a été dosé dans 39 masses cuites de 2e jet, sur lesquelles 38 étaient alcalines, soit : 97 p. 100.

1 était acide, 3 p. 100.

Les 38 masses cuites alcalines contenaient, pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 11°,8.

Sur ces 38 masses cuites alcalines :

34 n'avaient aucune tendance à la fermentation. Elles contenaient, en alcali libre moyen, 12°,4.
3 avaient une légère tendance à la fermentation. Elles contenaient, en alcali libre moyen, 4°,6.
1 était en fermentation et contenait, en alcali libre, 13°,2.

Les 38 masses cuites de 2e jet, contenaient toutes des principes réducteurs en alcali libre moyen, 11°,8.

26 ne contenaient que des traces de principes réducteurs, en alcali libre moyen, 11°,5.
12 contenaient du glucose et des dérivés, en alcali libre moyen, 11°,4, et en sucre transformé en glucose, en moyenne, 2gr,56.

La mélasse acide était en fermentation et contenait, en sucre transformé en glucose, 22 grammes.

3° Sirops ou mélasses égouts de 2e jet.

L'alcali libre a été dosé sur 49 sirops ou mélasses, provenant du turbinage des masses cuites de 2e jet.

40 étaient alcalines, soit 80 p. 100.
9 étaient neutres, soit 20 p. 100.

Les 40 sirops alcalins contenaient pour 100 grammes de sucre, en alcali libre moyen, 13°,9.

Sur ces 40 sirops alcalins :

25 n'avaient aucune tendance à la fermentation. Ils contenaient, en alcali libre moyen, pour 100 grammes de sucre, 16°,4.
9 avaient une légère tendance à la fermentation. Ils contenaient, en alcali libre moyen, 11°,1.
6 étaient en fermentation. Ils contenaient, en alcali libre moyen, 7°,9.

Les 40 sirops alcalins contenaient tous des principes réducteurs :

18 ne contenaient que des traces de principes réducteurs, en alcali libre moyen, 18°,3.
22 contenaient du glucose et des dérivés, en alcali libre moyen, 10°,4, et, en sucre transformé en glucose, en moyenne, 4gr,82.

Sur les 9 sirops neutres :

3 avaient une légère tendance à la fermentation;
6 étaient en fermentation et contenaient, en sucre transformé en glucose, en moyenne, 10gr,84.

4° Masses cuites de 3e jet.

L'alcali libre a été dosé sur 36 masses cuites de 3e jet, parmi lesquelles :

33 étaient alcalines, soit pour 100. . .		91
2 étaient neutres,	— . . .	6
1 était acide,	— . . .	3

Les 33 masses cuites de 3e jet alcalines contenaient, en alcali libre moyen, 13°,6.

Sur ces 33 masses cuites alcalines :

24 n'avaient aucune tendance à la fermentation. Elles contenaient, en alcali libre moyen, 16°,1.
5 avaient une légère tendance à la fermentation. Elles contenaient, en alcali libre moyen, 6°,5.
4 étaient en fermentation. Elles contenaient, en alcali libre moyen, 6°,8.

Les 33 masses cuites de 3e jet contenaient toutes des sucres réducteurs, et en alcali libre moyen, 13°,6.

11 ne contenaient que des traces et, en alcali libre, moyen, 18°,5.
22 contenaient du glucose et des dérivés, en alcali libre moyen, 11°, et en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne, 2gr,57.

Les 2 masses cuites neutres étaient en fermentation :

1 ne contenait que des traces de principes réducteurs.
1 contenait du glucose et des dérivés, soit en sucre transformé en glucose et dérivés, 7gr,20.

La masse cuite acide était en fermentation et contenait, en sucre transformé en glucose, 15gr,42.

TABLEAU N° 13.

résumant l'état alcalin et la quantité d'alcali libre moyen par 100 grammes de sucre contenu dans les différents produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves en comparaison avec leurs caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.

2e PÉRIODE (1884 A 1887).

DÉSIGNATION DES PRODUITS.	ORIGINE des produits.	PROPORTION pour 100.	ALCALI MOYEN DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL et des mélasses ayant les caractères suivants :							
			Alcali moyen.	Sans fermentation.	Tendance à la fermentation.	Fermentation.	Sans principes réducteurs.	Traces de principes réducteurs.	Glucose sucre et dérivés.	Sucre cristallisable détruit.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Masses cuites de 1er jet.........	France.	98	6° 1	6° 1	5° 8	6° 1	7° 4	4° 8	6° 6	1,23
Masses cuites de 2e jet..........	Id.	97	11° 8	12° 4	4° 6	13° 2	—	11° 5	11° 4	2,56
Sirops d'égout de 2e jet.........	Id.	80	13° 9	16° 4	11° 1	7° 9	—	18° 3	10° 4	4,82
Masses cuites de 3e jet..........	Id.	91	13° 6	16° 1	6° 5	6° 8	—	18° 5	11° 0	2,57
Mélasse......................	Id.	84	15° 2	18° 2	10° 5	11° 7	20° 4	16° 8	14° 9	3,89

Si l'on rapproche les nombres du tableau n° 13, représentant les quantités d'alcali moyen contenues dans les produits en cours de travail de 1884 à 1887, avec les nombres obtenus sur les mêmes produits en cours de travail de 1874 à 1880, contenus dans le tableau, n° 10, au point de vue de leur influence sur les caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés, on obtient les résultats suivants :

	PÉRIODES	
	De 1874 à 1880.	De 1884 à 1887.
Pour les masses cuites de 1er jet :		
Mélasses alcalines, pour 100	88	98
Alcalinité moyenne pour 100 gr. de sucre	6°,9	6°,1
Alcalinité moyenne sans fermentation	5°,7	6°,1
Alcalinité moyenne avec tendance à la fermentation	—	5°,8
Alcalinité moyenne avec fermentation	2°,6	6°,1
Alcalinité moyenne sans principes réducteurs	7°,6	7°,4
Alcalinité moyenne avec traces de principes réducteurs	4°,4	4°,8
Alcalinité moyenne avec glucose et dérivés	5°	6°,6
Sucre transformé en glucose en moyenne	3, 84	1, 23
Pour les masses cuites de 2e jet :		
Masses cuites de 2e jet alcalines, pour 100	88	97
Alcalinité moyenne pour 100 gr. de sucre	10°,9	11°,8
Alcalinité moyenne sans fermentation	11°,7	12°,4
Alcalinité moyenne avec tendance à la fermentation	9°,0	4°,6
Alcalinité moyenne avec fermentation	5°,6	13°,2
Alcalinité moyenne sans principes réducteurs	10°,1	—
Alcalinité moyenne avec traces de principes réducteurs	10°,1	11°,5
Alcalinité moyenne avec glucose et dérivés	—	11°,4
Sucre tranformé en glucose	1, 16	2, 56
Pour les sirops d'égout de 2e jet :		
Sirop d'égout de 2e jet, alcalinité pour 100	86	80
Alcalinité moyenne pour 100 gr. de sucre	17°,0	13°,9
Alcalinité moyenne sans fermentation	20°,5	16°,4
Alcalinité moyenne avec tendance à la fermentation	11°,2	11°,1
Alcalinité moyenne avec fermentation	6°,6	7°,9

	Périodes	
	De 1874 à 1880.	De 1884 à 1887.
Alcalinité moyenne sans principes réducteurs.	18°,6	—
Alcalinité moyenne avec traces de principes réducteurs	15°,9	18, 3
Alcalinité moyenne avec glucose et dérivés...	6°,4	10°,4
Sucre transformé en glucose	4, 36	4, 82
Pour les masses cuites de 3e jet :		
Masses cuites de 3e jet, alcalinité pour 100..	75	91
Alcalinité moyenne pour 100 de sucre......	12°,4	13°,6
Alcalinité moyenne sans fermentation	17°.4	16°,1
Alcalinité moyenne avec tendance à la fermentation	—	6°,5
Alcalinité moyenne avec fermentation	6°,2	6°,8
Alcalinité moyenne sans principes réducteurs.	19°.1	—
Alcalinité moyenne avec traces de principes réducteurs	15°	18°,5
Alcalinité moyenne avec glucose et dérivés..	6°,2	11°
Sucre transformé en glucose	6, 0	2, 57
Pour les mélasses générales :		
Mélasses ou égouts de masses cuites de 3e jet pour 100	93	84
Alcalinité moyenne pour 100 de sucre......	16°,9	15°,2
Alcalinité moyenne sans fermentation........	19°,5	18°,2
Alcalinité moyenne avec tendance à la fermentation	12°,8	10°,5
Alcalinité moyenne avec fermentation........	—	11, 7
Alcalinité moyenne sans principes réducteurs	19°,5	20°,4
Alcalinité moyenne avec traces de principes réducteurs	20°,0	16°.8
Alcalinité moyenne avec glucose et dérivés..	9°,3	14°,9
Sucre transformé en glucose	8, 85	3, 89

On peut conclure de la comparaison de ces nombres que :

Les produits en cours de travail, soit masses cuites de 1er jet, de 2e jet, égouts de 2e jet, masses cuites de 3e jet, et mélasses provenant de la période de 1884 *à* 1887, *ne diffèrent pas sensiblement par rapport à l'alcali moyen qu'elles contiennent des mêmes produits de la période de* 1874 *à* 1880.

Les mêmes phénomènes de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose s'y manifestent pour les deux époques à peu près avec les mêmes doses d'alcali.

	De 1884 à 1887.	De 1874 à 1880.
Les masses cuites de 1er jet se trouvent préservées de la fermentation par une dose moyenne d'alcali pour 100 gr. de sucre de.	6°,1	5°,7
Tandis que les masses cuites de 2e jet, n'en sont pas préservées par................	13°,2	5°,6
Les égouts de 2e jet, id....................	7°,9	6°,6
Les masses cuites de 3e jet, id...............	6°,8	6°,2
Les mélasses, id......................	11°,7	12°,8
Les masses cuites de 1er jet se trouvent préservées de la transformation du sucre cristallisable en glucose, id..................	7°,4	7°,6
Les masses cuites de 2e jet, id.............	11°,5	10°,1
Les sirops d'égout de 2e jet, id.............	18°,3	18°,6
Les masses cuites de 3e jet, id.............	18°,5	19°.1
Les mélasses id.........................	20°,4	19°.5

La cause en est due, comme je l'ai établi dans ce paragraphe, à la transformation de l'alcali caustique des masses cuites de 1er jet, en carbonate et bicarbonate pendant les opérations qui suivent la masse cuite de 1er jet, et à l'inefficacité complète des alcalis sous ces deux dernières formes contre la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose.

§ 5.

DE L'ORIGINE DE L'ALCALI CAUSTIQUE, DE L'ALCALI A L'ÉTAT DE CARBONATE ET DE L'ALCALI A L'ÉTAT DE BICARBONATE DANS LES MÉLASSES ET DANS LES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES.

Le jus contenu dans la betterave ne contient ni alcali libre, ni alcali carbonaté. Cette alcalinité apparaît donc pendant les opérations de la fabrication.

Les jus de betteraves déféqués par la chaux, quel que soit le procédé de défécation employé, sont toujours alcalins.

On considère généralement cette alcalinité comme due à la chaux, et même dans les dosages de l'alcali la plupart des chimistes de sucrerie traduisent les quantités d'alcali constatées par leur analyse, en chaux (CaO). C'est

là une grave erreur et une grande faute qui entraîne à des conséquences sur lesquelles j'aurai l'occasion de revenir.

L'alcalinité des jus déféqués peut être due ou à la chaux, ou à la potasse, ou à l'ammoniaque, et le plus souvent, à ces trois bases réunies en quantités variables.

La chaux est due à une saturation incomplète de la chaux ajoutée à la défécation; la potasse provient de la décomposition des sels de potasse qui se trouvent dans le jus de la betterave dont l'acide peut former une combinaison insoluble avec la chaux, tels que les oxalates, malates, tartrates de potasse. L'ammoniaque provient de la décomposition des sels ammoniacaux qui existent également dans le jus de betteraves, et de la réaction de la chaux sur les matières azotées, asparagine et autres.

Le jus ainsi obtenu se comportera d'une manière bien différente selon que l'une ou l'autre de ces bases sera prédominante. Pendant l'évaporation la chaux sera précipitée en grande partie à l'état de carbonate de chaux insoluble; l'ammoniaque se dégagera à l'état de gaz; la potasse elle-même pourra disparaître en tout ou en partie par son action sur les matières azotées, et particulièrement sur l'asparagine, qui existe généralement dans le jus de betterave, et qui se trouve transformée sous l'influence de l'alcali caustique en ammoniaque et en aspartate de potasse.

La quantité de potasse libre contenue dans le jus et restée à l'état caustique après la deuxième carbonatation est très variable; elle dépend de la présence, en plus ou moins grande quantité, des sels de potasse à acides végétaux existant dans le jus, qui peuvent être décomposés par la chaux comme il a été dit ci-dessus; mais lorsque le jus ne contient que peu ou pas de ces sels de potasse, mais des acétates, des lactates et autres sels de potasse indécomposables par la chaux, l'alcalinité des jus déféqués ne peut être due qu'à de la chaux et de l'ammoniaque qui disparaissent dans la suite des opérations et,

dans ces conditions, la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose deviennent inévitables.

On ne connaît pas bien les influences qui contribuent à former dans la betterave en végétation, des oxalates plutôt que des acétates, c'est-à-dire des sels de potasse décomposables plutôt que des sels non décomposables par la chaux; cependant nous avons fait la remarque que lorsque les jus déféqués proviennent de betteraves arrivées à bonne maturité, ils contiennent toujours une assez grande quantité de potasse libre, ce qui indiquerait que les acides oxalique, malique et tartrique, prendraient naissance surtout lors de la maturité de la betterave.

Il résulte de ce qui précède que l'alcalinité des jus, constatée après la deuxième carbonatation, n'est pas une garantie suffisante de l'alcalinité de la masse cuite de 1er jet, des sirops des bas produits et de leur préservation de toute fermentation.

Lorsque cette quantité de potasse est prédominante, qu'elle reste à l'état caustique, et se trouve en cet état dans les masses cuites de 1er jet, le travail de la fabrication est toujours très facile, la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose ne sont pas à craindre dans le travail des bas produits.

Mais il est diverses circonstances dans le cours de la fabrication où la potasse ne conserve pas sa causticité et dans lesquelles elle se trouve saturée d'acide carbonique; il est utile de les signaler car, comme on l'a vu précédemment, en perdant sa causticité l'alcali a perdu son pouvoir préservateur contre la fermentation et contre la transformation du sucre cristallisable en glucose.

La présence du carbonate et du bicarbonate de potasse dans les matières sucrées et particulièrement dans la mélasse peut provenir de plusieurs origines, soit d'une saturation complète par l'acide carbonique des jus lors de la deuxième carbonatation comme dans l'application rigoureuse du procédé Périer et Possoz (voir chapitre IV de ce volume), soit de la décomposition des matières organiques

azotées sous l'influence de l'alcali caustique pendant l'évaporation et la cuite (voir chapitre III de ce volume), soit sous l'influence de la décomposition spontanée de ces mêmes matières pendant le phénomène de la fermentation.

La présence de l'alcali caustique dans les mélasses, c'est-à-dire dans une matière sucrée ayant parcouru toutes les phases de la fabrication, est une garantie certaine que l'alcali caustique s'est trouvé en suffisante quantité pour absorber tout l'acide carbonique formé par la réaction de l'alcali caustique sur les matières organiques azotées, qui se trouvent ainsi transformées et hors d'état d'éprouver la décomposition spontanée caractérisée par le dégagement du gaz acide carbonique et désignée sous le nom de fermentation.

Si au contraire cet alcali ne s'y trouve pas en assez grande quantité à l'état caustique, il y est saturé d'acide carbonique, son action sur ces matières organiques sera annulée et les liquides sucrés, mélasses ou autres conserveront leur tendance à la fermentation, c'est-à-dire à la décomposition spontanée de ces matières organiques.

Pour conjurer la tendance des matières sucrées à la fermentation et surtout pour éviter la transformation glucosique, il ne suffit pas de la présence de l'alcali caustique à un moment donné, comme un grand nombre d'expériences l'ont établi (voir chapitre III). Il faut que la réaction de l'alcali sur les matières organiques aidée de la chaleur, ait été produite pendant l'évaporation et la cuite.

De là l'explication de l'inefficacité de la chaux et même de la soude caustique employée dans les emplis de sirops en pleine fermentation. Ces produits semblent bien pendant quelques jours arrêter le dégagement de gaz qui est de l'acide carbonique comme je l'ai démontré ; mais ces bases sont vite transformées en carbonates et en bicarbonates, et si elles n'ont pas été employées en excès lorsqu'elles se trouvent saturées, l'acide carbonique libre se dégage de nouveau et les phénomènes apparents de la fermentation se reproduisent.

Telle est la véritable explication des anomalies que paraissent présenter les matières sucrées et particulièrement les mélasses de fabriques de sucre de betteraves; anomalies qui ne sont qu'apparentes et qu'il est toujours facile de faire disparaître par l'addition d'une quantité suffisante de chaux ou de soude caustique.

L'emploi de la chaux pourrait dans certains cas présenter des inconvénients en laissant de la chaux libre en dissolution dans les liquides sucrés, ou en formant des sels de chaux toujours nuisibles à la cristallisation du sucre, mais lorsqu'il y existe de la potasse à l'état de carbonate et de bicarbonate, l'addition de la chaux dans les liquides étendus, comme le jus de betteraves après la saturation carbonique, a pour résultat de décomposer ces carbonates et bicarbonates en formant du carbonate de chaux insoluble; de remettre la potasse à l'état primitif, c'est-à-dire à l'état caustique, et de lui rendre ainsi son énergie première sur les matières organiques azotées.

Nous renvoyons, en ce qui concerne les moyens à employer pour combattre ces altérations au chapitre X de ce volume où cette question recevra tout son développement.

Les mélasses qui présentent les caractères qui indiquent la fermentation ou une tendance à la fermentation contiennent des matières étrangères organiques azotées qu'une épuration plus complète du sirop en cours de travail aurait dû décomposer ou faire disparaître.

Les moyens de prévenir cette altération ne peuvent être efficacement appliqués que sur les sirops en cours de travail, à moins pourtant que ces mélasses ne soient destinées à un nouveau travail d'extraction du sucre par exemple à l'osmose; dans ce cas, il faut immédiatement empêcher la fermentation de s'y déclarer, et si elle existe l'empêcher de faire de nouveaux progrès. Dans la fabrication du sucre par les procédés ordinaires, ce n'est pas dans la mélasse qu'il faut chercher les caractères qui peuvent faire reconnaître si l'épuration a été suffisante pour

prévenir toute altération ultérieure, mais dans les premiers produits de la fabrication.

L'épuration des jus et sirops en matières organiques dont la décomposition provoque les phénomènes de fermentation se produit sous l'influence des alcalis pendant l'évaporation et la cuite ; c'est donc pendant la cuite ou dans la masse cuite de 1er jet, qu'il faut rechercher les caractères qui peuvent faire apprécier la valeur et la qualité des produits qui doivent en dériver, ainsi que leur tendance à la fermentation et à la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés qui peuvent se produire dans le travail de ces bas produits.

Il résulte de ce qui précède que :

1° *L'origine de l'alcali à l'état caustique dans la mélasse se produit dans l'opération de la défécation par la chaux.*

Cette alcalinité peut être due à la présence de la chaux ou de l'ammoniaque ou de la potasse et même le plus souvent à ces trois bases réunies.

L'alcalinité due à la chaux et à l'ammoniaque disparaît pendant les opérations de l'évaporation jusqu'à la cuite de 1er jet.

L'alcalinité due à la potasse, la seule qui puisse persister et arriver jusqu'à la mélasse à l'état caustique, est due à la décomposition des sels de potasse à acides végétaux contenus dans la betterave, dont les acides peuvent former une combinaison insoluble avec la chaux, tels que les oxalates, malates, tartrates de potasse.

Cette alcalinité ne se produit pas lorsque les betteraves, au lieu de ces sels, contiennent des acétates, lactates et autres qui ne sont pas décomposables par la chaux.

Il résulte de là une grande incertitude dans les produits en cours de travail, sur la présence de l'alcali caustique qui seul peut préserver ces produits contre la fermentation et contre la transformation du sucre cristallisable en glucose.

A ces causes d'incertitude viennent s'ajouter diverses

influences qui contribuent à transformer en carbonate et en bicarbonate la potasse caustique produite par la défécation à la chaux.

Il faut ranger au nombre de ces influences :

Une saturation trop complète de la potasse caustique dans la saturation par l'acide carbonique pendant la deuxième carbonatation.

Une saturation par l'acide carbonique produit par la décomposition des matières azotées sous l'influence de la potasse caustique pendant l'évaporation et la cuite des jus et sirops.

Une saturation par le gaz acide carbonique produit par la décomposition spontanée des matières azotées qui ont échappé à l'action de la potasse caustique pendant l'ébullition des jus et sirops.

Enfin, c'est dans l'examen chimique des masses cuites de 1er jet, qu'il faut rechercher l'état sous lequel se trouve l'alcali qu'elles contiennent et l'application des moyens à employer pour prévenir la fermentation et la transformation du sucre cristallisable en glucose, qui la suit.

CHAPITRE VI.

IIe PARTIE.

De la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés dans le raffinage des sucres bruts de betteraves.

§ 6.

DE LA PRÉSENCE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LA MÉLASSE DE RAFFINERIE DE SUCRE DE BETTERAVES (1).

PREMIÈRE ÉPOQUE (DE 1866 A 1880).

Le tableau n° 7 A, chapitre XII de ce volume renferme les résultats des analyses de mélasse provenant du raffinage exclusif des sucres bruts de betteraves dans la période comprise entre 1874 à 1880.

J'ai groupé dans ce tableau, non pas seulement les résultats des analyses faites de 1874 à 1880, dans le laboratoire Dubrunfaut, mais encore des analyses publiées par Dubrunfaut, en 1870, sur des mélasses de raffinerie de sucre de betteraves, produites pendant les années 1866 à 1870.

On remarquera que ces mélasses proviennent d'un petit nombre de raffineries de Paris, une seule du Nord et une autre de Belgique; cela tient à ce que les raffineries sont aujourd'hui peu nombreuses, relativement à ce qu'elles étaient en 1844, lors de nos premières analyses rapportées au chapitre II de ce volume, et que quelques-

(1) Ce paragraphe et les conclusions qu'il contient ont été rédigés en 1881. Ils représentent l'état du raffinage du sucre de betteraves à cette époque. Il n'y sera rien changé. Depuis, il a été apporté diverses améliorations dans le raffinage; je les ferai connaître dans le paragraphe suivant, en en démontrant l'influence sur la composition de la mélasse de l'époque actuelle.

unes seulement se livrent exclusivement au raffinage du sucre brut de betteraves sans mélange de sucre de cannes; ces analyses sont cependant suffisantes pour étudier l'origine et la formation du glucose dans le raffinage du sucre brut de betteraves et les causes qui produisent cette transformation.

Pour apprécier la perte en sucre cristallisable produite par sa transformation en glucose, je donnerai ici le tableau résumant les quantités de glucose et de dérivés en quantités de sucre cristallisable auxquelles elles correspondent, comme cela a été fait pour le glucose contenu dans les mélasses des fabriques de sucre de betteraves en prélevant les nombres qu'ils représentent dans le tableau n° 7, chapitre XII.

Dans le raffinage des sucres de betteraves, le dosage des dérivés du glucose acquiert une importance toute particulière à cause de la méthode employée pour empêcher la formation du glucose qui provoque la formation d'une grande quantité de dérivés qui, dans la plupart des raffineries, échappent aux procédés d'analyse employés dans le dosage du glucose, probablement à l'insu des opérateurs, de telle sorte que la perte en sucre produite par ces dérivés échappe également au contrôle du chimiste.

Le tableau n° 7, chapitre XII, donne le quotient principes réducteurs; ce quotient se décompose en quotient glucosique sucre et en quotient glucosique dérivés. 1 de dérivés représentant 2 de glucose, les nombres trouvés par l'analyse seront doublés, et ce produit, additionné avec le nombre représentant le glucose à l'état de sucre, représentera la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose pour 100 de sucre non transformé, comme cela a été fait dans l'étude des mélasses et des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves.

Ces différents nombres se trouvent groupés dans le tableau suivant.

Il existe en raffinerie, particulièrement dans l'épuration

des sucres bruts de betteraves comme première opération de raffinage, divers procédés qui contribuent à apporter différentes modifications dans la composition des mélasses, sur lesquels il est nécessaire de donner quelques explications.

I.

DES DIVERS PROCÉDÉS EMPLOYÉS DANS LE RAFFINAGE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES.

Le procédé de raffinage le plus ancien et encore employé dans quelques raffineries, surtout dans celles qui raffinent le sucre brut de cannes, consiste à prendre le sucre brut tel qu'il est livré par le commerce, à le fondre dans l'eau bouillante pour en faire un sirop à 25° ou 30° Baumé, que l'on clarifie au moyen du noir neuf en poudre et du sang, et que l'on fait passer après clarification dans des filtres à poche en coton, dits filtres Taylor, puis sur le noir en grain. Le sirop plus ou moins décoloré sortant des filtres à noir est cuit dans les appareils à cuire dans le vide. Avant la découverte de la cuite en grain, la masse cuite était coulée dans la chaudière à grener dans laquelle se formait le grain sous l'influence d'une agitation continue, la masse cuite grenée était mise dans les formes à sucre.

L'introduction de la cuite en grain, vers 1865, c'est-à-dire la formation du grain, la cristallisation du sucre pendant la cuite dans le vide, fut un premier progrès dans le raffinage; il fut suivi d'un progrès non moins important, l'application de la turbine à l'épuration des sucres bruts préalablement à la fonte en raffiné, c'est-à-dire que, au lieu de fondre directement le sucre brut, tel qu'il est livré par le commerce avec toutes les impuretés qu'il contient, on le soumet avant la fonte à une épuration qui lui enlève la plus grande partie de la mélasse et des sels, ce qui le rapproche du sucre pur,

moins la couleur que le moyen d'épuration par la turbine ne permet pas de lui enlever complètement.

Ce procédé d'épuration consiste à délayer le sucre brut dans un sirop saturé de sucre, par exemple, le premier sirop qui s'écoule de la forme à sucre remplie de la masse cuite en grain, sirop que l'on désigne en raffinerie sous le nom de *sirop vert de pains*. Ce sirop qui, avec ce genre de travail est peu coloré et se rapproche beaucoup d'une dissolution de sucre pur, dissout la mélasse et les sels contenus dans le sucre brut. Ce mélange pâteux, soumis à la turbine, laisse écouler le sirop sans dissoudre de sucre, et l'on achève l'épuration du sucre resté dans la turbine en le clairçant par le deuxième sirop qui s'écoule des pains sous le nom de *sirop couvert de pains*, provenant du lavage des pains avec une clairce saturée de sucre pur. Le sucre ainsi épuré ne contient plus qu'une très petite quantité de matières salines; il est dissous dans l'eau pure, et le sirop en résultant est soumis aux opérations ordinaires du raffinage en pains qui n'offre plus les nombreux inconvénients que le raffinage rencontrait avec la fonte des sucres bruts sans épuration préalable.

Les sirops sortant de la turbine sont recuits et mis en cristallisation; après trois ou quatre cristallisations et turbinages successifs et un séjour en bac de quatre à cinq mois pour la quatrième cristallisation, on obtient un résidu liquide qui constitue la *mélasse* épuisée de sucre par cristallisation

Ce procédé de raffinage était le plus généralement employé de 1870 à 1880. Il est désigné dans cette étude sous le n° 1. Il avait l'inconvénient d'exiger, pour le délayage du sucre en pâte suffisamment fluide pour être soumise à la turbine, un assez grand volume de sirop vert, et pour le clairçage, une assez grande quantité de sirop couvert, de telle sorte que les impuretés du sucre brut se trouvent ainsi disséminées dans un très grand volume de sirop. L'emploi de la turbine Weinrich, inventée en Autriche il y a une dizaine d'années, fit disparaître ou amoindrir dans de grandes proportions, ces

divers inconvénients. La turbine Weinrich, au lieu d'opérer sur un mélange pâteux de sucre et de sirop, opère directement sur le sucre brut sec, tel qu'il est livré par le commerce, et au lieu d'employer à la séparation de la mélasse et des matières salines des sirops saturés de sucre, on emploie un jet de vapeur détendue, mélangée d'air. Cette vapeur en traversant la couche épaisse de sucre contenue dans la turbine, entraîne la mélasse et dissout les sels. Ce moyen d'épuration des sucres bruts donne un sucre se rapprochant du sucre pur, et un sirop se rapprochant par sa composition de la mélasse; c'est l'élimination dès le début du raffinage, sous le plus petit volume possible, des impuretés dont la présence contribue puissamment, dans le procédé ordinaire, à l'altération du sucre et aux difficultés du raffinage. Il est désigné dans cette étude sous le nº 2.

Un autre procédé de raffinage (nº 3) est employé dans deux raffineries de Paris. Les sirops provenant des sucres bruts, non épurés ou préalablement épurés, destinés à faire les pains sont clarifiés à l'aide d'un produit auquel les inventeurs Boivin et Loiseau ont donné le nom de sucrate d'hydro-carbonate de chaux.

Les mélasses provenant du travail de raffinage par les trois procédés indiqués ci-dessus offrent des différences tranchées au point de vue des caractères d'altération, dont il est nécessaire de tenir compte dans l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans le raffinage des sucres bruts de betteraves.

TABLEAU N° 14

donnant le quotient principes réducteurs, le quotient glucosique sucre et le quotient dérivés du glucose des mélasses de raffinerie de sucre de betteraves dans les années 1866 à 1870 et 1873 à 1880.

1	2	3	4	5	6	7
NUMÉRO D'ORDRE.	PROVENANCE.	PROCÉDÉ employé.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT dérivés du glucose.	SUCRE cristallisable transformé en glucose.
1	Paris.	Ordinaire.	11,42	?	?	»
2	Paris.	»	12,29	?	?	»
3	Paris.	Boivin et Loiseau.	4,60	?	?	»
4	Paris.	Ordinaire.	13,92	?	?	»
5	Paris.	»	12,35	?	?	»
6	Paris.	»	13,14	?	?	»
7	Paris.	Boivin et Loiseau.	3,06	1,15	3,82	4,97
8	Paris.	Ordinaire.	30,22	28,77	2,90	31,67
9	Paris.	»	30,22	18,97	22,50	41,47
10	Paris.	»	18,87	14,15	9,44	23,59
11	Paris.	»	10,92	5,53	10,78	16,31
12	Aubervilliers	»	8,70	3,32	10,76	14,08
13	Paris.	»	10,50	6,66	7,68	14,34
14	Paris.	»	12,82	6,61	12,42	19,03
15	Paris.	»	15,52	7,28	16,48	23,76
16	Paris.	»	12,06	5,87	12,38	18,25
17	Paris.	»	13,75	7,60	12,30	19,90
18	Paris.	»	11,10	5,11	11,98	17,09
19	Paris.	Boivin et Loiseau.	5,70	2,81	5,78	8,59
20	Paris.	»	1,07	0,00	2,14	2,14
21	Paris.	»	Traces.	0,00	Traces.	Traces.
22	Paris.	Ordinaire.	7,55	2,49	10,12	12,61
23	Douai.	»	13,27	9,38	7,78	17,16
24	Paris.	»	14,03	5,94	16,18	22,12

1	2	3	4	5	6	7
NUMÉRO D'ORDRE.	PROVENANCE.	PROCÉDÉ employé.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT dérivés du glucose.	SUCRE cristallisable transformé en glucose.
25	Paris.	Ordinaire.	12,93	6,11	13,64	19,75
26		»	11,93	6,42	11 02	17,44
27		Turbines Weinrich.	Traces.	0,00	Traces.	Traces.
28		»	Traces.	0,00	Traces.	Traces.
29	Saint-Ouen.	»	Traces.	0,00	Traces.	Traces.
30		»	Traces.	0,00	Traces.	Traces.
31		Ordinaire.	10,95	6,93	8,04	14,97
32		»	9,53	4,19	10,68	14,87
33		»	10,95	7,39	7,12	14,51
34		»	9,87	6,16	7,42	13,58
35		»	11,76	6,20	11,12	17,32
36		»	11,44	6,75	9,38	16,13
37		»	14,76	9,72	10,08	19,80
38		»	26,07	17,90	16,34	34,24
39		»	19,87	11,70	16,34	28,04
40	Paris.	»	20,09	11,44	17,30	28,74
41		»	18,88	10,00	17,76	27,76
42		»	26,07	17,92	16,30	34,22
43		»	76,81	42,80	68,02	110,82
44		»	22,08	10,83	22,50	33,33
45		»	26,11	12,58	27,06	39,64
46		»	16,97	7,41	19,12	26,53
47		»	16,06	9,96	12,20	22,16
48		»	19,71	12,48	14,46	26,94
49		»	42,40	22,24	40,32	62,56
50	Roy.	Weinrich.	0,00	0,00	0,00	0,00

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'ANALYSE DES MÉLASSES DE RAFFINERIE DE SUCRE DE BETTERAVES AU POINT DE VUE DE LEURS CARACTÈRES D'ALTÉRATION ET DE TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE DANS CHACUN DES TROIS PROCÉDÉS EMPLOYÉS EN RAFFINERIE DANS LA PÉRIODE COMPRISE ENTRE 1866 A 1880.

Les mélasses de raffinerie de sucre brut de betteraves analysées sont au nombre de 50 :

40 provenaient du procédé ordinaire décrit sous le n° 1.
5 provenaient du procédé par la turbine Weinrich, n° 2.
5 provenaient du procédé de sucrate d'hydro-carbonate, n° 3.

1° *Examen des mélasses provenant de l'application du procédé ordinaire caractérisé par l'épuration préalable du sucre brut par la turbine ordinaire (n° 1).*

Parmi les 40 mélasses provenant du procédé de raffinage ordinaire compris sous le n° 1,

6 n'ont été soumises qu'à une analyse incomplète ; les principes réducteurs y ont été dosés dans leur ensemble sans distinguer le glucose à l'état de sucre, et les dérivés du glucose. Ces analyses correspondent à l'année 1866, où Dubrunfaut n'avait pas encore trouvé le moyen de doser séparément ces principes réducteurs ; ces six mélasses contenaient toutes des principes réducteurs.

A partir de 1870, tous les principes réducteurs se trouvent dosés, en glucose à l'état de sucre et en dérivés du glucose ; ces mélasses sont au nombre de 35.

Les caractères de la mousse indiquant la tendance à la fermentation ou l'existence de la fermentation, n'ayant été reconnus qu'en 1873, n'ont pris rang dans ces ana-

lyses qu'à cette même époque et n'ont porté d'après le tableau n° 7 du chapitre XII que sur 24 mélasses.

D'après les caractères de la mousse toutes ces mélasses étaient en pleine fermentation.

Les 35 mélasses dans lesquelles le glucose à l'état de sucre et les dérivés du glucose ont été dosés, ont donné en moyenne en glucose à l'état de sucre 10,70, et en dérivés du glucose 15,42.

Le sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés a été pour 100 gram. de sucre cristallisable non détruit, en moyenne de 26,13.

2° *Examen des mélasses provenant du procédé de raffinage caractérisé par l'épuration préalable du sucre brut par l'emploi de la turbine Weinrich (procédé n°* 2).

Sur les 5 mélasses produites dans le raffinage avec la turbine Weinrich :

1 n'avait aucune tendance à la fermentation.
2 avaient une légère tendance à la fermentation.
2 étaient en fermentation.
1 ne contenait pas de principes réducteurs.
4 ne contenaient que des traces de principes réducteurs indosables.

Aucune ne contenait de glucose à l'état de sucre.

3° *Examen des mélasses provenant du procédé de raffinage avec l'emploi du sucrate d'hydro-carbonate de chaux, Boivin et Loiseau (n°* 3).

Parmi les 5 mélasses provenant de l'emploi dans le raffinage du sucrate d'hydro-carbonate de chaux :

1 contenait des principes réducteurs dans laquelle le glucose à l'état de sucre et les dérivés n'ont pas été dosés.
2 ne contenaient pas de traces de fermentation.
1 était en fermentation.

1 ne contenait que des traces de principes réducteurs.
3 contenaient des principes réducteurs dosables, représentant en sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés, en moyenne 3,23.
2 contenaient du glucose à l'état de sucre représentant, en sucre cristallisable transformé, en moyenne 1,98.
3 contenaient des dérivés représentant en sucre cristallisable transformé, en moyenne 3,91.

Si l'on compare les résultats obtenus de l'analyse des mélasses de raffinerie par ces trois procédés, on remarque des différences très grandes au point de vue de leurs caractères d'altération et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés.

Ainsi, tandis que dans le procédé avec les turbines ordinaires toutes les mélasses sont en pleine fermentation et contiennent du glucose à l'état de sucre et de dérivés représentant plus de 26 p. 100 du sucre cristallisable transformé, le procédé avec la turbine Weinrich donne des mélasses qui n'ont pas de tendance ou ont une légère tendance à la fermentation, et qui ne contiennent ni glucose à l'état de sucre, ni dérivés. Ces faits trouveront leur explication dans la suite de ce travail.

Dans l'application du procédé au sucrate d'hydrocarbonate, les caractères d'altération et de transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés commencent à se manifester. Il y existe bien des mélasses qui n'ont pas de tendance à la fermentation, des mélasses qui ne présentent que des traces de principes réducteurs indosables; mais d'autres en plus grande quantité renferment des principes réducteurs, parmi lesquels il en est qui contiennent du sucre et des dérivés, et d'autres des dérivés seulement.

Les mélasses produites par ce procédé se rapprochent donc du 1[er] procédé avec turbines ordinaires, mais elles s'en éloignent considérablement par la proportion de ces différents principes. Ainsi tandis que les mélasses par le

procédé ordinaire contiennent en moyenne en principes réducteurs pour 100 de sucre 26,13,

Le procédé au sucrate d'hydro-carbonate de chaux (n° 3) n'en contient que 5,23,

En glucose à l'état de sucre :

pour le 1er 10,70, pour le 3e 1,98.

En dérivés du glucose :

pour le 1er 15,42, pour le 3e 3,91.

En résumé, au point de vue de la conservation du sucre cristallisable, le procédé généralement suivi dans le raffinage du sucre de betteraves caractérisé par l'épuration du sucre brut par l'emploi de la turbine ordinaire, paraît avoir une grande infériorité sur le procédé au sucrate d'hydro-carbonate de chaux qui paraît lui-même inférieur au procédé de l'épuration des sucres bruts par la turbine Weinrich.

On a vu, par les nombres ci-dessus, que le sucre cristallisable transformé en dérivés du glucose, représenté dans le procédé ordinaire (n° 1) par 15,42, était supérieur au sucre cristallisable transformé en glucose à l'état de sucre représenté par 10,20.

Si, dans le but de chercher à apprécier les progrès accomplis depuis l'année 1844 dans les procédés de raffinage au point de vue de la conservation du sucre cristallisable et de sa transformation en glucose, on compare les quantités de glucose à l'état de sucre, accusées par l'analyse dans les mélasses produites en 1844, avec les quantités de glucose à l'état de sucre dans les mélasses produites de 1873 à 1880, on trouve que l'état présent de la raffinerie est en progrès.

En effet, la quantité de glucose à l'état de sucre était en moyenne, pour 100 grammes de sucre cristallisable dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves, en 1844, de 22,75.

Les dérivés du glucose n'étaient pas alors connus, ils n'ont pas été dosés par le procédé d'analyse employé basé sur la fermentation et ne peuvent se trouver com-

pris dans le nombre ci-dessus qui ne représente que le glucose à l'état de sucre.

Ces dérivés du glucose sont évidemment en combinaison avec la chaux et, si l'on compare la quantité de chaux constatée dans les mélasses de 1844 avec celles des mélasses de 1873 à 1880, on trouve, pour les premières, que la quantité de chaux à l'état salin par rapport à 100 grammes de sucre, est de 0,688, tandis que cette quantité se trouve être en moyenne de 1,00 sur 39 mélasses dans lesquelles la chaux a été dosée, de 1873 à 1880.

En présence de ces chiffres, il n'est pas douteux que le sucre transformé en glucose et en dérivés réunis, est plus considérable dans les mélasses de raffinerie de l'époque actuelle que dans les mélasses de 1844.

L'amélioration qui semble ressortir en faveur du travail actuel (1880) lorsqu'on ne considère que le glucose à l'état de sucre, se trouve donc considérablement amoindrie par l'excès de dérivés de glucose qu'elles contiennent.

Cet excès de dérivés de glucose dans les mélasses de raffinerie de l'époque actuelle, trouve sa justification dans une pratique qui s'est répandue en raffinerie et qui n'existait pas en 1844, époque où l'on ignorait la présence du sucre cristallisable dans la mélasse; pratique qui consiste dans l'emploi de la chaux ajoutée dans les bas produits en cristallisation dans le but, soi disant, d'empêcher la formation du glucose.

En effet, il existe maintenant dans toutes les raffineries des chimistes qui suivent le travail du raffinage avec soin, analysant les produits sucrés à leur entrée et à leur sortie, constatant les modifications qu'ils éprouvent dans les différentes opérations du raffinage, dosant le glucose à chaque période de travail, et chaque fois que l'on reconnaît que la quantité de glucose a une tendance à augmenter, on ajoute un lait de chaux pour empêcher ce que l'on appelle la *fermentation glucosique*, on entrave ainsi ou plutôt on croit entraver le développement du glucose,

et l'on considère le glucose existant comme en grande partie apporté dans le raffinage par le sucre brut.

Il est nécessaire de soumettre cette question à une étude plus approfondie et de montrer que la raffinerie de sucre de betteraves produit beaucoup plus de glucose qu'on ne le croit généralement et que les constatations faites par les chimistes de la raffinerie ne le font admettre.

Au point de vue de la mesure des progrès réalisés depuis 1844 en raffinerie dans cette question de la transformation du sucre cristallisable en glucose, il est un fait qui ne doit point être passé sous silence.

En 1844, sur 11 raffineries de sucre de betteraves une seule donnait des mélasses ne contenant pas de glucose, celle de Numa Grar, à Valenciennes. De 1870 à 1880, une seule raffinerie se trouve également dans le même cas, d'après l'analyse de plusieurs échantillons de mélasse provenant de cette raffinerie ; mais ce cas ne paraît pas général et constant dans son travail (il faut en excepter le travail par la turbine Weinrich).

Dès 1844, la raffinerie avait donc un modèle parfait de conservation du sucre cristallisable à suivre ; mais le progrès s'infuse si difficilement que *malgré* cet exemple, après 36 années, la raffinerie de sucre de betteraves continue de transformer en glucose près de 1 1/2 p. 100 du sucre brut qu'elle soumet au raffinage, *malgré* les soins qu'elle met à en éviter la formation, perte qui peut être estimée pour certaines raffineries de Paris à 3 ou 4000 francs par jour au minimum.

Il résulte de ce qui a été démontré dans ce paragraphe, que :

Les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves obtenues dans l'application du procédé généralement employé, caractérisé par l'épuration préalable des sucres bruts par la turbine ordinaire, contiennent des quantités relativement très grandes de glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés du glucose.

Si l'on prend pour point de comparaison le glucose à

l'état de sucre contenu dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves obtenues en 1844, on reconnaît que ces dernières contiennent plus de glucose que les mélasses produites de 1872 à 1880, et qu'à ce point de vue il y a progrès. Mais si l'on fait intervenir dans la comparaison les dérivés du glucose qui se trouvent en bien plus grande quantité dans les mélasses de raffinerie de notre époque (1880), on reconnaît que ce progrès n'est qu'apparent et que la quantité de glucose et de dérivés qui se trouve dans la mélasse de notre époque, contient autant de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés qu'en 1844, et que cette quantité peut représenter approximativement 1 1/2 p. 100 du sucre brut entré en raffinerie et une perte pour certaines raffineries de Paris, de 3,000 à 4,000 francs par jour.

Il faut observer que, dès 1844, une seule raffinerie produisait de la mélasse exempte de glucose, mais que l'application récente de nouveaux procédés dans le raffinage des sucres de betteraves, tend à faire disparaître complètement le glucose et les dérivés du raffinage.

Il faut citer, parmi ces procédés, le procédé basé sur l'emploi du sucrate d'hydro-carbonate de chaux et le procédé beaucoup plus parfait de l'épuration préalable du sucre brut de betteraves par la turbine Weinrich.

§ 7.

DE L'ORIGINE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LE RAFFINAGE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES.

(PREMIÈRE ÉPOQUE) DE 1866 A 1880.

Le glucose contenu dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves peut provenir de deux sources :

1° du sucre brut employé dans le raffinage ;

2° de la transformation du sucre cristallisable en glucose pendant les opérations de raffinage.

Nous allons examiner séparément la part de ces deux influences.

I.

DE L'EXISTENCE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES.

En 1869, Dubrunfaut dans une lettre adressée au *Journal de la sucrerie indigène* (1), publiait un travail important, ayant pour titre : « *Les glucoses des sucres bruts et raffinés de betteraves et de cannes* », auquel je ferai divers emprunts dans le courant de cette étude ; ce travail de Dubrunfaut a été le point de départ de recherches nombreuses que je passerai en revue sur cette question du glucose qui n'est pas encore complètement élucidée.

En ce qui concerne la présence du glucose dans le sucre brut de betteraves, Dubrunfaut, résume ainsi les analyses faites dans son laboratoire de 1868 à 1869 : « Un grand nombre d'échantillons de sucres bruts de « betteraves, jaunes ou blancs, provenant de la dernière « campagne nous ont donné des proportions de glucose « qui ont varié de 2 à 10 millièmes, soit 0,2 à 1 p. 100 ; « d'autres qui étaient alcalins ou neutres ou faiblement « acides n'offraient que des traces de glucose : mais nous « avons lieu de croire que les sucres conservés depuis « quelque temps offraient tous sans exception des pro- « portions notables de l'impureté qui nous occupe ».

Je vais reproduire dans le tableau suivant les analyses des sucres bruts de 1er, 2e et 3e jet dans lesquels le glucose a été cherché et dosé dans le laboratoire Dubrunfaut de 1873 à 1880, comme cela a été fait dans les paragraphes précédents pour la fabrication du sucre de betteraves en en puisant les nombres dans les tableaux n° 8 A, n° 9 A, n° 10 A, du chapitre XII.

(1) Dubrunfaut, *Sucrerie indigène*, mars 1869. — *Le sucre*, t. I, p. 125, année 1873.

TABLEAU N° 15

donnant le quotient principes réducteurs, le quotient glucosique sucre, le quotient dérivés du glucose et la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose dans les sucres bruts de betteraves de 1er, 2e et 3e jets (de 1873 à 1880).

1	2	3	4	5	6
NUMÉRO d'ordre.	ORIGINE DU SUCRE.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT dérivés du glucose.	SUCRE cristallisable transformé.
1	Sucre de betteraves 1er jet d'après le tableau n° 8 A du chapitre XII.	Traces.	0,00	Traces.	Traces.
2		0,00	0,00	0,00	0,00
3		0,167	0,00	0,334	0,334
4		0,00	0,00	0,00	0,00
5		0,00	0,00	0,00	0.00
6		0,00	0,00	0,00	0,00
7		0,00	0,00	0,00	0,00
8		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
9		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
10		0,00	0,00	0,00	0,00
11		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
12		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
13		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
14		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
15		0,00	0,00	0,00	0,00
16		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
17		0,00	0,00	0,00	0,00
18		0,00	0,00	0,00	0,00
19		0,00	0,00	0,00	0,00
20		Traces.	0.00	Traces.	Traces.
21		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
22		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
23		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
24		0,00	0,00	0,00	0,00
25		0,27	0,00	0,54	0,54

1	2	3	4	5	6
NUMÉRO d'ordre.	ORIGINE DU SUCRE.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT dérivés du glucose.	SUCRE cristallisable transformé.
1		0,00	0,00	0,00	0,00
2		1,10	0,00	2,20	2,20
3		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
4		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
5		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
6		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
7		0,22	0,00	0,44	0,44
8		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
9		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
10		0,00	0,00	0,00	0,00
11		0,00	0,00	0,00	0,00
12		0,00	0,00	0,00	0,00
13		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
14		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
15		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
16		0,04	0,00	0,08	0,08
17	Sucre de 2e jet d'après le tableau n° 9 A du chapitre XII.	0,00	0,00	0,00	0,00
18		0,00	0,00	0,00	0,00
19		0,31	0,00	0,62	0,62
20		0,18	0,00	0,36	0,36
21		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
22		0,00	0,00	0,00	0,00
23		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
24		0,00	0,00	0,00	0,00
25		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
26		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
27		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
28		0,00	0,00	0,00	0,00
29		0,00	0,00	0,00	0,00
30		0,26	0,00	0,52	0,52
31		0,00	0,00	0,00	0,00
32		0,00	0,00	0,00	0,00
33		0,63	0,00	1,26	1,26

1	2	3	4	5	6
NUMÉRO d'ordre.	ORIGINE DU SUCRE.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT dérivés du glucose.	SUCRE cristallisable transformé.
34	Sucre de 2e jet d'après le tableau n° 9 A du chapitre XII. (*Suite.*)	1,00	0,00	2,00	2,00
35		0,83	0,00	1,66	1,66
36		0,00	0,00	0,00	0,00
37		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
1	Sucre brut de 3e jet. (Tableau n° 10 A du chapitre XII.)	0,00	0,00	0,00	0,00
2		1,17	0,00	2,34	2,34
3		0,00	0,00	0,00	0,00
4		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
5		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
6		Traces.	0,00	Traces.	Traces.
7		0,00	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,00	0,00

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'ANALYSE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES DE 1er, 2e ET 3e JET AU POINT DE VUE DES QUANTITÉS DE SUCRE CRISTALLISABLE TRANSFORMÉ EN GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS QU'ELLES CONTIENNENT.

Le tableau ci-dessus n° 15 contient 70 analyses dans lesquelles les principes réducteurs, le glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés ont été dosés, soit :

25 sucres de 1er jet.
37 sucres de 2e jet.
8 sucres de 3e jet.

Sur les 25 sucres de 1er jet,

11 ne contenaient pas de traces de principes réducteurs, soit 44 p. 100 ;

12 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 48 p. 100 ;

2 ne contenaient que des dérivés du glucose soit 8 p. 100,

représentant en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne 0,437.

Aucun ne contenait de glucose à l'état de sucre.

Sur les 37 sucres de 2e jet,

13 ne contenaient pas de traces de principes réducteurs, soit 35 p. 100 ;

15 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 41 p. 100.

9 contenaient des dérivés de glucose, soit 24 p. 100, représentant en sucre cristallisable transformé, en moyenne 1,01.

Aucun ne contenait de glucose à l'état de sucre.

Sur les 8 sucres de 3e jet,

4 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit 50 p. 100.

3 contenaient des traces de principes réducteurs, soit 38 p. 100.

1 contenait des dérivés du glucose, soit 12 p. 100, représentant en sucre transformé en dérivés 2,34.

Aucun ne contenait de glucose à l'état de sucre.

Il est à remarquer que ces différents sucres ne contiennent pas de glucose à l'état de sucre, mais seulement à l'état de dérivés ; ce qui tendrait à établir que ces dérivés existaient dans le sucre au moment de son extraction, et y étaient sans doute amenés par la mélasse dont ils restent imprégnés. Ce qui paraît établir cette conclusion, c'est que ces dérivés, n'existant que par exception et en très petite quantité dans les sucres de 1er jet, vont en augmentant dans les 2e jet et sont doublé dans les sucres de 3e jet, a plus bas titre et contenant plus de mélasse.

Il faut également remarquer que ces différents sucres

ont été analysés peu de temps après leur fabrication et le plus souvent au moment de la vente.

Ces analyses sont peu nombreuses, et peuvent paraître insuffisantes pour trancher la question de la présence du glucose dans les sucres bruts de betteraves; mais depuis que l'analyse chimique sert de règle aux transactions commmerciales et à la perception de l'impôt, les documents pour résoudre cette question abondent; le glucose ayant une valeur mélassigène officiellement reconnue, son dosage dans les sucres bruts a été opéré sur un grand nombre d'échantillons dans le laboratoire de l'État français, ainsi que dans d'autres États.

Je vais donner ici un tableau extrait du rapport de M. A. Girard au Ministre de l'agriculture et du commerce résumant la quantité de sucre cristallisable et de glucose contenus dans 3,500 échantillons de sucre brut de betteraves (1).

Les nombres groupés dans ce tableau peuvent donner une idée exacte des proportions de glucose qui se trouvent généralement dans les sucres bruts de betteraves fabriqués dans ces dernières années.

(1) Rapport de MM. de Luynes, Bardy, Riche et A. Girard, rapporteurs, journal *Le Sucre*, 31 octobre 1876.

TABLEAU N° 16

donnant la quantité de sucre cristallisable et de glucose contenus dans 3,500 échantillons de sucres bruts de betteraves.

NOMBRE d'analyses.	SUCRE cristallisable p. 100.	GLUCOSE p. 100.	NOMBRE d'analyses.	SUCRE cristallisable p. 100.	GLUCOSE p. 100.	NOMBRE d'analyses.	SUCRE cristallisable p. 100.	GLUCOSE p. 100.
16	99°	0,02	875	94°	0,05	20	89°	0,07
56	98°	0,03	300	93°	0,06	6	88°	0,07
253	97°	0,03	190	92°	0,065	5	87°	0,085
604	96°	0,04	104	91°	0,07	2	86°	0,085
954	95°	0,04	53	90°	0,07	4	85°	0,120

Il résulte de ce tableau que sur 3,500 échantillons de sucre brut de betteraves, il s'en trouve à peu près 3,000 qui contiennent moins d'un demi-millième de glucose et un seul échantillon en contient un millième.

Il est même probable que ce glucose n'est pas à l'état de sucre, mais de dérivés du glucose, soit que ces dérivés préexistent dans la mélasse qui imprègne le sucre brut, soit qu'ils se soient formés dans le sucre même par la réaction sur le glucose de l'alcali dont ces sucres sont toujours imprégnés.

On peut conclure de ces diverses analyses que :

Les glucoses et les dérivés du glucose que l'on rencontre dans la généralité des sucres bruts de betteraves n'y sont pas en quantité suffisante pour expliquer la grande quantité de glucose à l'état de sucre et de dérivés que l'on rencontre dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves.

En effet, en admettant que la moyenne des sucres bruts de betteraves donne au raffinage 10 p. 100 de mélasse, la quantité de glucose qui se trouverait dans cette mé-

lasse, comme provenant de la préexistence de ce sucre dans les sucres bruts serait à peine de 1 p. 100 du sucre contenu dans la mélasse ; or, en examinant le tableau ci-dessus, n° 15, donnant le total du sucre cristallisable, transformé en glucose et en dérivés contenus dans la mélasse de raffinerie de sucre de betteraves, cette quantité s'élèverait, en moyenne, jusqu'à 26 p. 100.

§ 8.

DU DÉVELOPPEMENT DU GLUCOSE DANS LES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES PENDANT LEUR CONSERVATION

Les nombres contenus dans les tableaux ci-dessus donnent le glucose existant dans des sucres récemment fabriqués et conservés seulement pendant le courant d'une campagne ; mais Dubrunfaut a fait diverses analyses sur des échantillons conservés en flacon pendant plusieurs années qui établissent que la quantité de glucose augmente dans une certaine proportion dans tous les types représentant les différentes qualités de sucre produits dans la fabrication du sucre de betteraves.

Pour vérifier l'action du temps sur le développement du glucose, Dubrunfaut a analysé les différents échantillons qui servaient de types officiels pour la perception de l'impôt et qui se trouvaient renfermés dans une boîte livrée au commerce par l'administration elle-même ; ces échantillons étaient renouvelés chaque année et servaient de base au classement officiel de tous les sucres produits pendant l'année, avant l'application de la loi du 14 juillet 1880, qui remplaçait les types par l'analyse chimique (1).

Le tableau suivant renferme les analyses et les observations de Dubrunfaut sur ces différents échantillons officiels de sucre brut de betteraves (2).

(1) H. Leplay, *Chimie théorique et pratique des Industries du sucre*, tome Ier, chapitre III, p. 170, année 1883.

(2) *Sucrerie indigène*, mars 1869. — Dubrunfaut, *Le Sucre*, tome Ier, p. 135, année 1876.

TABLEAU N° 17

donnant l'état des échantillons-types des boites officielles depuis **1862** *jusqu'en* **1868** *et la quantité de glucose contenue dans ces échantillons en mars* **1869.**

NUMÉROS des types.	1862 (1).		BOITE de novembre 1864 (2).		BOITE de novembre 1865 (3).		BOITE de novembre 1866 (4).		BOITE de novembre 1868.	
	État du sucre.	Glucose pour 100.	État du sucre.	Glucose pour 100.	État du sucre.	Glucose pour 100.	État du sucre.	Glucose pour 100.	État du sucre.	Glucose pour 100.
6	Acide.	1,56					Acide.	0,93		
7	Alcalin.	0,98					»	1,09		
8		0,73					»	1,04		
9		0,73					»	1,09		
10			Alcalin.	1,09			»	0,94	Alcalin.	1,94
11			»	1,19			»	0,74	»	1,12
12			»	1,25			Alcalin.	0,60	»	1,01
13			»	1,29	Alcalin.	1,00	»	0,83	»	1,07
14			»	1,34	»	1,04	»	0,60	»	0,90
15			»	1,41	»	1,00	Neutre.	0,49	»	0,84
16			»	1,47	»	1,00	»	0,54	»	1,10
17			Neutre.	1,15	»	1,02	Alcalin.	0,58	»	0,87
18			»	1,15	»	1,07	Neutre.	0,81	Neutre.	0,77
19			Acide.	0,93	»	0,63	»	0,51	Acide.	0,69
20			»	0,93			Acide.	0,86	Alcalin.	0,68
Blancs.										
1				»			»	0,56	Neutre.	0,77
2				»			»	1,32	»	0,82
3				»			»	1,22	»	0,82

Observations de M. Dubrunfaut.
(1) Il y avait peu de types avant 1864.
(2) Nous n'avons pu nous procurer que les n°s 10 à 20 de cette série.
(3) Nous n'avons pu nous procurer que les n°s 13 à 19 de cette série.
(4) La série de l'année 1867 nous manque.

Il résulte de la comparaison des nombres représentant le glucose contenu dans les sucres bruts de betteraves conservés en flacon bien bouché pendant une à plusieurs années, tels qu'ils sont inscrits dans le tableau ci-dessus, avec les nombres représentant le glucose contenu dans les sucres bruts de betteraves de fabrication récente contenus dans les tableaux nos 15 et 16, que :

La quantité de glucose contenue dans les sucres bruts conservés est généralement plus de 10 *fois plus grande que dans les sucres récemment fabriqués même pour des sucres dont la fabrication ne date que d'une année.*

Une plus longue conservation ne paraît pas augmenter la quantité de glucose ; cette quantité paraît à peu près la même dans les échantillons de sucre analysés en 1869, *provenant des boîtes de* 1869, 1866, 1865, 1864, 1862.

Le glucose paraît se développer en aussi grande quantité dans les sucres neutres et même alcalins que dans les sucres ayant une réaction acide.

Ces quantités de glucose contenues dans les sucres bruts de betteraves conservés pendant plusieurs années, seraient de nature à augmenter et peut être même à justifier les quantités de glucose que l'on rencontre dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves ; mais il est de notoriété qu'en général, la plus grande partie des sucres bruts produits dans une campagne, se trouvent raffinés dans l'année même de la production, de telle sorte que la quantité de glucose contenue dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves ne peut trouver sa justification complète dans les quantités de glucose existant dans les sucres bruts, et qu'il doit également se former du glucose pendant les opérations du raffinage.

§ 2.

DE LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS PENDANT LES OPÉRATIONS DE RAFFINAGE DU SUCRE BRUT DE BETTERAVES.

L'examen qui vient d'être fait des résultats de l'analyse des mélasses de raffinerie de sucre de betteraves a fait connaître que, comme dans la fabrication du sucre de betteraves, il existe en raffinerie des mélasses qui ne contiennent pas de glucose ou qui n'en contiennent que des traces : telles sont les mélasses analysées sous les nos 21, 27, 28, 29, 30, 50, et les nos 7 et 20 qui n'en contiennent que de très petites quantités (*Voir* le tableau no 7 A, chapitre XII de ce volume).

Cette particularité tout exceptionnelle, tient à la nature des procédés employés dans les opérations de raffinage, et avant d'examiner les conditions de développement du glucose dans les procédés ordinaires de raffinerie, il est nécessaire de faire connaître les conditions particulières de raffinage dans lesquelles il ne se forme pas de glucose, ou bien dans lesquelles il ne s'en forme que des traces.

Nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de signaler la mélasse de raffinerie de Numa Grar, de Valenciennes, comme étant la seule qui, en 1844, ne produisait pas de glucose. Grar avait été fabricant de sucre, presque dès le début de cette industrie en France, alors que le travail se produisait avec excès de chaux ; il avait pu apprécier les avantages des sirops alcalins et il appliquait au raffinage l'expérience qu'il avait acquise dans la fabrication. Tous les vases de la raffinerie, devenus libres, étaient aussitôt passés à la chaux et les sirops en cours de travail étaient maintenus constamment fortement alcalins.

Le travail des raffineries qui ont fourni les mélasses portant les nos 27, 28, 29, 30 et 50, est tout à fait différent du travail des autres raffineries ; elles ne font pas de sucre en pain, elles achètent des sucres bas produits de

fabriques de sucre de betteraves contenant beaucoup de cendres et, par conséquent, d'un titrage très inférieur soit de 60° à 80° net, dont le prix d'achat aux conditions de la place de Paris se trouve très réduit.

Ces sucres, tels qu'ils sont livrés par le commerce sont turbinés sans autre préparation ni mélange, au moyen de la vapeur sèche mélangée d'air dans des turbines spéciales fermées, jusqu'à ce qu'ils soient épurés jusqu'au titre de 96° net.

En cet état, ces sucres sont livrés à la consommation et à d'autres besoins, ou au raffinage en pains.

Épurés dans ces conditions, ils fournissent de 20 à 25 p. 100 d'un sirop qui est recuit et mis à cristalliser. Après trois cristallisations successives, le sirop qui s'écoule de la troisième a le coefficient de la mélasse.

Les quatre échantillons de mélasse analysés ci-dessus, correspondaient à quatre grands cristallisoirs représentant chacun la mélasse provenant d'environ 200,000 kilogrammes de sucre.

Ce qui distingue surtout ce procédé, c'est la rapidité des opérations; tous les produits, jusqu'à la mélasse, séjournent bien moins longtemps en travail que dans les procédés ordinaires de raffinage.

Il est également à remarquer que la mélasse est restée alcaline, sans addition de chaux, ce qui n'existe pas dans les raffineries ordinaires, et ce qui doit être dû à l'alcalinité des sucres de bas produits employés.

Les mélasses analysées sous les nos 3, 7, 19, 20 et 21, provenant d'une raffinerie où l'on applique le procédé de MM. Boivin et Loiseau, c'est-à-dire la clarification des premiers sirops de fonte de sucre, par le produit que ces chimistes désignent sous le nom de sucrate d'hydrocarbonate de chaux, sont une démonstration, sous une autre forme, que le glucose prend naissance dans des sirops ne contenant pas de glucose.

Ce sucrate d'hydrocarbonate de chaux est très alcalin ; il contient de la chaux libre ou simplement combinée en

sucre, et, dans cet état, il est apte à réagir sur le glucose et à le détruire à la manière de la chaux ordinaire en formant de l'acide glucique ou un acide analogue qui se combine à la chaux en faisant disparaître le sucre et en formant des dérivés du glucose.

Le sucrate d'hydrocarbonate de chaux a, en outre, la propriété, en prenant naissance, d'absorber et de précipiter les dérivés de glucose combinés à la chaux, sinon complètement au moins en partie, dans un sirop resté alcalin par la chaux.

On comprend donc qu'un sirop contenant du glucose traité par le sucrate d'hydrocarbonate ne doit plus, après le traitement terminé, contenir ni glucose, ni dérivés, ou seulement une quantité restreinte de dérivés. Deux des mélasses de cette raffinerie, les nos 20 et 21, sont dans ce cas.

Le n° 19 contient 2,81 de glucose à l'état de sucre pour 100 grammes de sucre, et ce glucose n'a pu se former que dans les opérations qui ont suivi le traitement par le sucrate d'hydrocarbonate de chaux toujours pratiqué au début du travail et, par conséquent, dans des sirops où le glucose avait été détruit.

Le laboratoire Dubrunfaut a eu plus d'une fois l'occasion de suivre la naissance et le développement du glucose dans les travaux de raffinerie par l'analyse des produits successifs du raffinage en commençant par le sirop destiné à faire les pains et finissant par la mélasse, en passant par tous les sirops intermédiaires dans la même raffinerie et à la même époque.

Nous en donnons un exemple, dans le tableau suivant, par l'analyse d'une série complète d'échantillons provenant d'une raffinerie de Paris, opérant sur du sucre brut de betteraves.

TABLEAU N° 18

donnant l'analyse d'une série complète de sirops de raffinerie en cours de travail au point de vue du sucre cristallisable et du glucose.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	CLAIRCE à cuire pour les pains avant la filtration sur le noir. — Mai 1876.	CLAIRCE à cuire pour les pains après la filtration sur le noir. — Mai 1876.	SIROP VERT de pains servant à délayer le sucre avant turbinage. — Mai 1876.	SIROP couvert de pains servant au clairçage du sucre aux turbines. — Mai 1876.	SIROP sortant des turbines en 1er. — Mai 1876.	SIROP sortant des turbines en 2e. — Mai 1876.	SIROP D'ÉGOUT de la masse cuite du sirop des turbines après cristallisation et turbinage. — 1876.	SIROP D'ÉGOUT de la masse cuite en 2e jet après cristallisation et turbinage ou mélasse. — 1876.
Densité	33°7	34°4	?	?	39°6	38°6	40°6	42°4
Sucre cristallisable	62,13	63,76	67,44	68,67	59,80	60,30	52,15	52,15
Glucose sucre (1)	0,00	0,32	0,64	0,73	2,50	1,50	3,00	3,10
Dérivés de glucose en sucre cristallisable	0,00	0,00	2,62	0,00	1,50	0,10	3,74	8,44
Titre alcali	2°	Alcali faible.	2°	1°	6°	6°	6°	1°

(1) Le glucose n'est pas dosé dans ces expériences, lorsqu'il s'y trouve en quantité inférieure à 1 millième.

Ce tableau présente l'exemple du développement du glucose au milieu d'un liquide sucré maintenu constamment alcalin.

On voit que la quantité de glucose et de dérivés existant dans la mélasse est représentée par 3,10 de glucose à l'état de sucre et 8,44 de dérivés, soit en sucre cristallisable disparu depuis le sirop à faire les pains jusqu'à la mélasse, 8,44 + 3,10 = 11,54.

Si l'on admet que le sucre brut employé devait donner en raffinerie 10 p. 100 de mélasse, on voit donc qu'il a disparu, en sucre cristallisable, 1,50, en glucose et en dérivés, pour 100 du sucre brut employé.

Il s'est passé, à l'occasion de cette analyse et de ses conséquences, un incident qui nous a fait reconnaître que la manière de procéder au dosage du glucose, dans certaines raffineries de Paris, ne dose que le glucose à l'état de sucre et ne tient pas compte des dérivés. Nous rapporterons cet incident avec quelques détails, parce que les erreurs que nous avons pu constater indiquent un vice dans la manière de doser, qui entraîne à des mécomptes dans le raffinage qui se traduisent à l'insu de tous, chimistes et raffineurs, par des pertes importantes en sucre cristallisable.

Nous fîmes l'observation, au raffineur qui nous avait remis ces échantillons et avec lequel nous étions en rapport pour l'application de l'osmose, sur l'énorme quantité de glucose développée dans ses travaux de raffinage.

Son étonnement fut grand, on fit venir directeur du raffinage et directeur du laboratoire, qui prétendirent qu'ils avaient soin d'employer du lait de chaux aux différentes périodes du travail, afin de maintenir les sirops alcalins; qu'ils suivaient avec soin le développement du glucose dans toutes les opérations par des analyses répétées, et que si l'on considérait la réduction du volume du sirop depuis la première cuite de la clairce à pains jusqu'à la mélasse, on pouvait remarquer que le volume

étant réduit à 1/10, il devait s'y trouver 10 fois plus de glucose que dans la masse cuite en pains.

D'après leur analyse, la mélasse ne contenait que 3,25 de glucose, ce qui correspondait à une quantité de glucose initiale dans la masse cuite à environ 0,32, nombre d'accord avec leur analyse, et qu'ainsi, grâce à l'emploi de la chaux, ils avaient évité tout à fait la formation du glucose.

Nous avions donné, comme quantité de glucose existant dans leur mélasse, les nombres réunis de glucose et de dérivés, tels que l'analyse les avait fournis, sans établir de distinction, c'est-à-dire le nombre 11,54 ; nous étions donc loin d'être d'accord avec les chimistes de la raffinerie qui prétendaient, dans leur analyse du même échantillon, ne trouver que 3,25.

La différence dans les quantités de glucose observée entre les deux laboratoires, fut d'abord attribuée à la composition des liqueurs cupriques; un échange de ces liqueurs continua de donner le même écart.

La différence devait donc être due au mode d'opérer. Il nous fut facile de nous en convaincre en assistant à une opération du laboratoire de la raffinerie.

En effet, les liquides sucrés destinés au dosage du glucose, pour être décolorés, étaient traités par le sous-acétate de plomb, puis par le sulfate de soude pour éliminer l'oxyde de plomb, puis par le noir animal en poudre pour obtenir une décoloration complète qui rendait le dosage par la liqueur cuprique beaucoup plus facile et soi-disant plus exact.

Mais il arrive que les dérivés du glucose qui titrent par la liqueur cuprique comme glucose, et dont le titre représente le double de poids en glucose, sont éliminés dans le traitement par le sous-acétate de plomb et par le noir animal, de telle sorte que les dissolutions ainsi traitées ne contiennent plus de ces dérivés, mais seulement le glucose à l'état de sucre sur lequel ces agents sont sans action.

Ce mode de procéder ne pouvait donc indiquer que la

quantité de glucose existant dans les sirops à l'état de sucre.

Or, chaque fois que l'analyse indiquait une quantité un peu plus grande de glucose dans un même sirop en cours de fabrication, on en concluait que la fermentation glucosique reprenait sa marche, et l'on ajoutait aux masses cuites en cristallisation, une nouvelle quantité de lait de chaux.

L'addition de la chaux dans ces conditions transformait peu à peu le glucose sucre en dérivés, même à la température des emplis, et il s'établissait ainsi un semblant d'équilibre entre le glucose successivement formé et le glucose successivement disparu à l'état de dérivés, qui n'étant pas dosés dans le mode d'analyse suivi, maintenait à peu près la même quantité de glucose sucre dans les sirops, et faisait croire à l'arrêt complet de la transformation glucosique.

Cette raffinerie produisait donc à son insu et à l'insu de ses chimistes, des quantités de glucose qui ne pouvaient apparaître, puisqu'elles n'étaient pas dosées par la méthode d'analyse suivie, quantités qui pouvaient s'élever à près de 1 1/2 p. 100 du poids du sucre entré en raffinage.

Ce fait fut d'abord contesté ; mais il fallut bien se rendre à l'évidence, d'ailleurs facile à constater, en répétant dans le laboratoire ce qui se produisait dans l'atelier, c'est-à-dire en transformant le glucose sucre en dérivés par l'addition de la chaux ; après ce traitement, le glucose sucre avait complètement disparu dans le dosage par la méthode employée dans la raffinerie, tandis que dosé directement, sans traitement au sous-acétate de plomb et au noir animal, on retrouvait les dérivés de glucose existant avant le traitement à la chaux, augmentés des dérivés formés par la destruction récente du glucose par la nouvelle addition de chaux.

Il paraît, au dire des chimistes de cette raffinerie, que le glucose est dosé de la même manière dans les laboratoires de toutes les raffineries, que toutes se figurent

qu'elles ne produisent pas, ou que très peu, de glucose dans leur travail, et qu'elles évitent cette formation par des additions successives de lait de chaux (1876).

C'est là une grave erreur, et les dérivés de glucose dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves représentent généralement près de 1 p. 100 du sucre cristallisable transformé en glucose pendant les opérations du raffinage, comme le démontrent les nombres fournis par les analyses.

La raffinerie a donc une réforme à faire dans son travail de raffinage des sucres bruts de betteraves pour éviter une perte notable de sucre cristallisable transformé en glucose pendant ses opérations.

Il résulte de ce qui précède :

Qu'il se transforme du sucre cristallisable en glucose dans le raffinage des sucres de betteraves;

Que les moyens de dosage du glucose, généralement employés dans les raffineries, négligeant le dosage des dérivés, ne permettent pas de se rendre un compte exact de cette transformation;

Qu'en tenant compte des dérivés, cette perte peut s'élever à près de 1 1/2 p. 100 du sucre brut mis en raffinage.

§ 10.

DES INFLUENCES SOUS LESQUELLES LE SUCRE CRISTALLISABLE SE TRANSFORME EN GLUCOSE DANS LE RAFFINAGE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES.

L'examen qui a été fait dans le § 4 du quotient alcali libre des matières sucrées en cours de travail dans la fabrication du sucre de betteraves peut servir de modèle au même examen dans les matières sucrées en cours de travail dans le raffinage des sucres bruts de betteraves; pour ne pas entrer dans des répétitions inutiles, j'y renvoie, pour tous les détails concernant l'alcalinité des matières sucrées, et je grouperai dans le tableau suivant,

comme point de départ de cette étude, le quotient alcali libre des mélasses, ou neutre ou acide libre, en regard des caractères d'altération fournis par la dessiccation, et la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés, suivant les analyses reproduites dans le tableau n° 7 du chapitre XII.

L'acide libre comme l'alcali libre est représenté en degrés alcalimétriques de Gay-Lussac, dont 100° ou 50cc représentent 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté (SO^3HO).

Le sucre cristallisable transformé en glucose est représenté par la quantité de glucose à l'état de sucre fermentescible accusée par l'analyse, et par la quantité de dérivés également accusée par l'analyse multipliée par deux.

Ces deux nombres réunis, ramenés à 100 de sucre cristallisable non transformé, représentent la perte réelle du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés.

TABLEAU N° 19

donnant le quotient alcali libre et le quotient acide libre des mélasses dans le raffinage des sucres bruts de betteraves en regard de leurs caractères d'altération.

NUMÉROS D'ORDRE.	CARACTÈRES — Alcalin, neutre ou acide.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.		NUMÉROS D'ORDRE.	CARACTÈRES — Alcalin, neutre ou acide.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	
			Sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés				Sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés
1	3	4	5	1	3	4	5
7			4,97	29	7,0	m. faible.	Traces
8			31,67	30	7,9	m. faible.	Traces
9			41,47	31	A. faible.	m.	14,97
10			23,59	32	A. faible.	m.	14,87
11	A. faible.		16,31	33	A. faible.	m.	14,51
12	A. faible.		14,08	34	A. faible.	m.	13,58
13	A. faible.		14,34	35	A. faible.	m.	17,32
14	A 4° 6		19,03	36	A. faible.	m.	16,13
15	A 8° 4		23,76	37	A. faible.	m.	19,80
16	A 6° 9		18,25	38	A 5° 1	m.	34,24
17	A 7° 4		19,90	39	A 2° 6	m.	28,04
18	A 9° 7		17,10	40	A 7° 0	m.	28,74
19	A 4° 4	m.	8,59	41	A 8° 3	m.	27,76
20	Neutre.	s.m.	2,14	42	A 15° 1	m.	34,22
21	5,1	s.m.	Traces	43	43° 8	m.	110,78
22	7,6	m.	12,61	44	A. faible.	m.	33,33
23	Neutre.	m.	17,16	45	A. faible.	m.	39,64
24	1° 9	m.	17,82	46	2,9	m.	26,53
25	Neutre.	m.	19,75	47	A 5° 3	m.	22,16
26	Neutre.	m.	17,44	48	A 2° 5	m.	26,94
27	6,2	m.	Traces	49	A 9° 4	m.	64,71
28	10,4	m.	Traces	50	7° 4	s.m.	0,00

I.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'ANALYSE DES MÉLASSES DE RAFFINERIE DE SUCRE DE BETTERAVES, AU POINT DE VUE DE L'INFLUENCE DE LEUR ALCALINITÉ, DE LEUR NEUTRALITÉ ET DE LEUR ACIDITÉ SUR LEURS CARACTÈRES D'ALTÉRATION, ET DE TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE.

Les mélasses de raffinerie de sucre brut de betteraves, dans lesquelles l'alcali et l'acide libres ont été dósés, sont de 50, sur lesquelles :

10	étaient alcalines, soit.	20 p. 100.
4	étaient neutres.	8 —
12	étaient légèrement acides.	24 —
14	contenaient des quantités d'acide dosable.	28 —

Sur les 10 mélasses alcalines :

2 n'avaient aucune tendance à la fermentation. Elles contenaient en alcali libre, en moyenne, 6°,25.
2 avaient une légère tendance à la fermentation. Elles contenaient en alcali libre, en moyenne, 7°,45.
6 étaient en fermentation. Elles contenaient en alcali libre, en moyenne, 12°,1.

1 ne contenait pas de principes réducteurs. Elle contenait, en alcali libre moyen, 7°,4.
5 ne contenaient que des traces de principes réducteurs. Elles contenaient en alcali libre, en moyenne, 7°,32.
4 contenaient du glucose à l'état de sucre et de dérivés. Elles contenaient en alcali libre, en moyenne, 14°,05, et en sucre cristallisable transformé en glucose, en moyenne, 41,93 p. 100 .

Sur les 4 mélasses neutres :

1 n'avait aucune tendance à la fermentation. Elle con-

tenait, en sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés, 2,14.

3 étaient en fermentation. Elles contenaient du glucose à l'état de sucre et des dérivés, en moyenne, 18,11.

Sur les 12 mélasses légèrement acides :

3 sur lesquelles les caractères de la fermentation n'ont pas été déterminés, contiennent toutes du glucose et des dérivés, soit en sucre transformé, en moyenne, 14,91.

9 étaient en fermentation.

Toutes contenaient du glucose à l'état de sucre et des dérivés, soit en sucre cristallisable transformé, en moyenne, 20,46.

Sur les 14 mélasses contenant des quantités d'acide dosable :

5 sur lesquelles les caractères de la fermentation n'ont pas été constatés, contenaient en acide libre, en moyenne, 7°,4.

Elles contenaient du glucose à l'état de sucre et des dérivés, soit en sucre transformé en glucose, en moyenne, 19,60.

Sur les 9 mélasses acides dans lesquelles les caractères de fermentation ont été observés :

Toutes étaient en fermentation. Elles contenaient en acide libre, en moyenne, 7°,34.

Toutes contenaient du glucose et des dérivés, soit en sucre cristallisable transformé; en moyenne, 30,60.

Cet examen démontre que les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves, surtout celles qui proviennent du procédé le plus généralement suivi, sont toutes en fermentation, contiennent toutes du glucose à l'état de sucre et des dérivés; quelques-unes en petit nombre sont alca-

lines, mais l'alcali s'y trouve saturé par l'acide carbonique et n'a aucune action pour empêcher la fermentation et la transformation glucosique; d'autres sont neutres, d'autres en plus grand nombre sont acides, mais le glucose qu'elles contiennent ne paraît pas être en raison de leur acidité.

La quantité de glucose développée dans les mélasses de sucre de raffinerie de betteraves est généralement si considérable, que les moyens préconisés dans la fabrication du sucre de betteraves pour prévenir ou arrêter cette altération, ne pourraient être utilement employés; alors même que ces mélasses seraient destinées à un travail ultérieur d'extraction du sucre, par exemple par l'osmose.

Avant d'aborder cette question de prévenir ou d'arrêter la formation et le développement du glucose en raffinerie, il est nécessaire d'examiner l'état d'alcalinité ou d'acidité des sucres bruts servant de matière première au raffinage et des matières sucrées en cours de travail en raffinerie.

II.

DE L'ÉTAT D'ALCALINITÉ, DE NEUTRALITÉ ET D'ACIDITÉ DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES DE 1er, 2e ET 3e JET ENTRANT EN RAFFINAGE.

Le tableau suivant donne le quotient alcali libre, l'état de neutralité et le quotient acide libre des sucres bruts de betteraves produits en 1er, 2e et 3e jet, destinés au raffinage d'après les tableaux nos 9 A, 10 A et 11 A du chapitre XII.

TABLEAU N° 20

donnant le quotient alcali libre, l'état de neutralité et le quotient acide libre des sucres bruts de betteraves de 1er, 2e et 3e jet destinés au raffinage, en regard de la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et dérivés qu'ils contiennent.

NUMÉROS d'ordre	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali neutre ou acide.	SUCRE cristallisable transformé.	NUMÉROS d'ordre.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali neutre ou acide.	SUCRE cristallisable transformé.
1	2	3	4	1	2	3	4
1		Acide.	Traces.	1		1° 1	0,00
2		Neutre.	0,00	2		Neutre.	2,20
3		Neutre.	0,33	3		9° 8	Traces.
4		Neutre.	0,00	4		Neutre.	Traces.
5		Neutre.	0,00	5		Neutre.	Traces
6		Neutre.	0,00	6		Neutre.	Traces.
7		Neutre.	0,00	7		Alcali f.	0,42
8		Neutre.	Traces.	8		0,6	Traces.
9		A. faible.	Traces.	9		Neutre.	Traces.
10		Neutre.	0,00	10		0,5	0,00
11		A. faible.	Traces.	11		0,5	0,00
12		A. faible.	Traces.	12		0,4	0,00
13	Sucre de betteraves de 1er jet.	A. faible.	Traces.	13	Sucre de betteraves de 2e jet.	Alcalin.	Traces.
14		A. faible.	Traces.	14		Alcalin.	Traces.
15		Neutre.	0,00	15		Alcalin.	Traces.
16		A. faible.	Traces.	16		Alcalin.	0,08
17		Neutre.	0,00	17		0,5	0,00
18		Neutre.	0,00	18		7° 7	0,00
19		Acide.	0,00	19		A. faible.	0,64
20		Acide.	Traces.	20		1° 9	0,36
21		Neutre.	Traces.	21		1° 6	Traces.
22		Neutre.	Traces.	22		Alcalin.	0,00
23		Neutre.	Traces.	23		Neutre.	Traces.
24		Neutre.	0,00	24		Alcali f.	0,00
25		A. faible.	0,54	25		Neutre.	Traces.
				26		Neutre.	Traces.

NUMÉROS d'ordre.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcalin neutre ou acide.	SUCRE cristallisable transformé.	NUMÉROS d'ordre.	NATURE des produits.	QUOTIENT alcali neutre ou acide.	SUCRE cristallisable transformé.
1	2	3	4	1	2	3	4
27	Sucre de betteraves de 2e jet.	1° 6	Traces.	1	Sucre de betteraves de 3e jet.	2° 2	0,00
28		Alcalin.	0,00	2		Alcalin.	2,34
29		Alcalin.	0,00	3		Alcalin.	0,00
30		Alcalin.	0,54	4		2° 7	Traces.
31		Alcalin.	0,00	5		Neutre.	Traces.
32		Alcalin.	0,00	6		Alcalin.	Traces.
33		2° 9	0,26	7		Alcalin.	0,00
34		Neutre.	2,00	8		Alcalin.	0,00
35		4° 5	1,66				
36		Alcalin.	0,00				
37		3° 6	Traces.				

III.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES DE 1er, 2e ET 3e JET AU POINT DE VUE DE L'INFLUENCE DE LEURS CARACTÈRES D'ALCALINITÉ, DE NEUTRALITÉ ET D'ACIDITÉ SUR LA QUANTITÉ DE SUCRE CRISTALLISABLE TRANSFORMÉ EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS QU'ILS CONTIENNENT.

Les sucres bruts de betteraves sur lesquels l'alcali a été recherché sont :

Pour les sucres de 1er jet, au nombre de 25.

Aucun n'était alcalin.
15 étaient neutres, soit. . . . . 60 p. 100.
10 étaient acides, soit. . . . . 40 —
11 ne contenaient pas de principes réducteurs, soit. . . . . 44 —

12 contenaient des traces de principes réducteurs, soit. . . . . 48 p. 100.
2 contenaient des dérivés de glucose dosable, soit. . . . . 8 —

représentant en sucre cristallisable, transformé en dérivés du glucose pour 100 de sucre non transformé, en moyenne, 0,43.

Pour les 15 sucres de 1er jet à l'état neutre :

10 ne contenaient pas de principes réducteurs,
4 contenaient des traces de glucose,
1 contenait du glucose à l'état de dérivés, représentant en sucre transformé, 0,33.

Pour les 10 sucres acides :

1 ne contenait pas de principes réducteurs,
8 contenaient des traces de glucose,
1 contenait des dérivés de glucose, représentant, en sucre transformé, 0,54.

Pour les sucres de 2e jet, au nombre de 37 :

14 étaient alcalins.
Ils contenaient en alcali libre dosable pour 100 grammes de sucre, en moyenne, 2°,65.
13 ne contenaient que des traces d'alcali,
9 étaient neutres,
1 était légèrement acide,
13 ne contenaient pas de principes réducteurs,
15 contenaient des traces de principes réducteurs,
9 contenaient des dérivés de glucose,
représentant en sucre cristallisable transformé pour 100, en moyenne, 0gr,90.

Sur les 14 mélasses alcalines, contenant en moyenne 2°,65 :

6 ne contenaient pas de principes réducteurs,
5 contenaient des traces de principes réducteurs,

3 contenaient des dérivés de glucose dosable, représentant en sucre transformé pour 100, en moyenne, 0gr,76.

Sur les 13 sucres ne contenant que des traces d'alcali :

7 ne contenaient pas de traces de principes réducteurs,
3 contenaient des traces de principes réducteurs,
3 contenaient des dérivés du glucose,
représentant en sucre transformé pour 100, en moyenne, 0gr,34.

Sur les 9 sucres neutres :

Tous contenaient des sucres réducteurs,
7 n'en contenaient que des traces,
2 contenaient des dérivés,
représentant en sucre cristallisable transformé pour 100, en moyenne, 2gr,10.

Le sucre acide donnait :
En sucre cristallisable transformé, pour 100, 0gr,64.

Pour les sucres de 3e jet, au nombre de 8 :

2 étaient alcalins, et contenaient en alcali libre dosable, en moyenne, 2o,45,
5 contenaient des traces d'alcali,
1 était neutre,
4 ne contenaient pas de principes réducteurs,
3 contenaient des traces de principes réducteurs,
1 seul contenait des dérivés de glucose,
représentant en sucre transformé en dérivés, pour 100, 2gr,34.

Les nombres fournis par ces analyses démontrent que les sucres bruts de betteraves, qui entrent en raffinerie comme matière première, ne contiennent pas sensiblement d'acide libre, excepté les sucres bruts de 1er jet;

qu'ils sont quelquefois neutres, le plus souvent alcalins, ne contiennent pas de principes réducteurs ou n'en contiennent que des traces, et lorsqu'ils en contiennent en quantité dosable, il ne s'y trouve pas de glucose à l'état de sucre, mais seulement des dérivés.

Ce n'est donc pas dans les sucres bruts qu'il faut chercher la cause de la présence du glucose et de l'acide que l'on rencontre dans les mélasses de raffinerie en si grande quantité.

L'alcalinité des sucres de 2e et 3e jet explique l'opinion répandue en raffinerie que le mélange du sucre de betteraves avec le sucre de cannes facilite le raffinage de ce dernier sucre, dont l'acidité se trouve corrigée et détruite par l'alcalinité des sucres de betteraves.

Il est bien reconnu, en raffinerie, que le sucre de betteraves, et surtout des bas produits, améliore le raffinage du sucre de cannes, et c'est certainement à l'alcalinité des sucres de betteraves que l'on doit attribuer cette amélioration.

Ce fait, généralement connu et bien observé, aurait pu conduire la raffinerie à apporter dans *son travail* des améliorations qui auraient fait disparaître d'une manière définitive la présence du glucose des sirops de raffinerie ; pour cela, il aurait suffi de pourvoir à l'insuffisance d'alcali des sucres bruts de betteraves ; on comprend, en effet, que l'alcali contenu dans les sucres bruts doit dépendre de l'alcalinité des sirops au milieu desquels ces sucres ont cristallisé, et que son effet utile doit également dépendre de l'état sous lequel cet alcali s'y trouve, soit à l'état caustique de carbonate ou de bicarbonate.

En rendant ces sucres ou les premiers sirops de raffinerie un peu alcalins par l'addition d'une petite quantité de soude caustique, on arriverait à ce résultat d'empêcher la transformation glucosique du sucre cristallisable dans les travaux de raffinerie.

L'examen du quotient alcali libre des matières sucrées en cours de travail dans le raffinage du sucre de betteraves doit faire connaître à quel moment précis il con-

viendrait d'employer cet agent préservateur et conservateur.

IV.

DE L'ÉTAT D'ALCALINITÉ, DE NEUTRALITÉ OU D'ACIDITÉ DES MATIÈRES SUCRÉES EN COURS DE TRAVAIL DANS LE RAFFINAGE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES ET DE LEUR INFLUENCE SUR LES PHÉNOMÈNES DE FERMENTATION ET DE TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS.

Le tableau suivant donne le quotient alcali libre ou acide libre des différentes matières sucrées en cours de travail dans le raffinage des sucres de betteraves en regard de leurs caractères d'altération.

TABLEAU N° 21

donnant le quotient alcali libre et le quotient acide libre des matières sucrées en cours de travail dans le raffinage des sucres de betteraves, ainsi que leurs caractères d'altération.

NUMÉROS D'ORDRE.	PROCÉDÉS employés.	QUOTIENT alcali ou acide libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre cris-tallisable transformé.	NUMÉROS D'ORDRE.	PROCÉDÉS employés.	QUOTIENT alcali ou acide libre.	CARACTÈRES d'altération. Mousse ou sans mousse.	Sucre cris-tallisable transformé.
1		Alcalin 3° 2	Mousse.	0,00	11		3° 5	Mousse.	Traces
2		Alcalin.	Id.	0,50	12	Turbine	5° 7	Id.	5,04
3		Id. 1° 4	Id.	1,06	13	Weinrich.	5° 7	Id.	5,24
4	Ordinaire.	Id. 2° 9	Id.	4,84	14		10° 4	Id.	Traces
5		Id. 9° 9	Id.	2,66	15	Autre travail,	7° 2	Mousse f.	Traces
6		Id. 10° 0	Id.	6,64	16	turbine Weinrich.	9° 5	S. mousse.	Traces
7		Id. 11° 5	Id.	12,91	17		6° 2	Mousse.	Traces
8		Id. 1° 9	Id.	22,12	18	Sirop	2° 6	S. mousse.	0,00
9	Turbines	Id 1° 1	?	0,00	19	de la sortie des turbines.	8° 3	Id.	0,00
10	Weinrich.	Id. 1° 0	?	0,00					

Les nombres n° 1 à 8 de ce tableau établissent, que les premiers sirops sont généralement alcalins; la clairce à pains, c'est-à-dire le sirop préparé avec le sucre épuré par le lavage et le turbinage destiné à faire les pains a pour quotient alcali libre 3°,2 et ne contient pas de traces de glucose.

Il résulte de ce fait important qu'il peut exister en raffinerie des sirops dépourvus de glucose et alcalins, qui peuvent être mis en pains, contrairement à l'opinion répandue en raffinerie, que la mise en pains ne comporte pas de sirops alcalins; cela peut être vrai, et disons même que cela est vrai quand cette alcalinité est due à de la chaux; mais cela n'est plus vrai, si cette alcalinité est due à de la potasse ou à de la soude caustique; mais bientôt le sirop ci-dessus perd de son alcalinité et le glucose y fait son apparition. Ainsi, une simple filtration de ce même sirop sur le noir animal en grain a fait disparaître en grande partie son alcalinité et le glucose s'y trouve dans la proportion de 0,50 p. 100 de sucre cristallisable.

Le sirop qui s'écoule des pains est encore un peu alcalin 1°,4 p. 100 de sucre, mais il contient une plus grande quantité de glucose, soit 1,06; c'est à ce moment, si ce n'est même sur les claircés à pains, qu'il faudrait faire intervenir la soude caustique même avant la filtration sur le noir pour éviter la formation du glucose, ou pour le détruire, ce qui est possible sans inconvénient à cause de sa faible proportion, afin de rendre les sirops constamment et définitivement alcalins pendant le reste du travail.

Malgré l'emploi de la chaux dans les produits suivants, malgré une alcalinité pour 100 grammes de sucre de 10° à 11°,5 la quantité de glucose à l'état de sucre et de dérivés est successivement plus élevée après chaque cristallisation, pour arriver dans le résidu final, la mélasse, à l'énorme quantité de 22,12 p. 100 de sucre cristallisable transformé; et il faut encore le répéter, cette quantité de sucre cristallisable transformé doit être considérée comme un

minimum, puisque le pouvoir réducteur de ces dérivés disparaît lui-même sous l'influence d'un excès d'alcali, aidé de la chaleur et du temps.

Il faut également observer que ces différents sirops, malgré leur alcalinité donnent tous de la mousse par dessiccation en couches minces, même la clairce à pains qui ne contient pas de glucose. Le caractère de la mousse pourrait servir à déterminer le dosage de la soude à employer. Cette quantité doit être suffisante pour faire disparaître toute apparence de mousse par dessiccation.

Les matières sucrées comprises dans le tableau ci-dessus sous les n°s 9 à 19 proviennent de sucres bruts épurés par les turbines Weinrich.

Une première série comprenant les n°s 9 à 14 donne deux produits alcalins, et ne contenant pas de glucose; mais il apparaît dans la suite des opérations dans les produits n°s 11, 12 et 13, puis se trouve en partie détruit par l'emploi de la chaux pour ne reparaître qu'à l'état de traces dans les derniers produits (n° 14) où l'alcali se trouve être de 10,4 p. 100 de sucre.

Une deuxième série comprenant les n°s 15, 16 et 17 donne un produit contenant pour 100 grammes de sucre en alcali 7^g^,2, n'ayant qu'une légère tendance à la fermentation, et ne contenant que des traces de glucose, même dans les derniers produits.

Enfin les n°s 18 et 19 représentent des sirops sortant de la turbine, n'ayant aucune tendance à la fermentation et ne contenant pas de glucose.

Ces deux derniers sirops proviennent évidemment de sucres bas produits plus alcalins, et doivent à cette circonstance de ne présenter ni tendance à la fermentation, ni traces de glucose.

Les qualités de ces deux sirops portent donc avec eux l'indication des moyens à employer pour combattre les altérations que l'on observe dans les autres sucres, soit d'ajouter immédiatement dans les sirops sortant de la turbine une quantité suffisante de soude caustique pour

qu'il reste après l'ébullition du sirop en soude libre à l'état caustique de 3° à 4° alcalimétriques pour 100 grammes de sucre et surveiller ce même sirop dans la suite des opérations surtout, après chaque cristallisation et avant chaque recuite, de manière à lui conserver la même alcalinité par de nouvelles additions de soude caustique si ce sirop avait perdu de son alcalinité.

Il résulte de cette étude que :

En général, toutes les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves donnent les caractères de la fermentation et contiennent du glucose en quantité variable ; une seule mélasse sur 50 fait exception, ne présente pas les caractères de la fermentation et ne contient pas de glucose.

Quelques-unes, mais en petit nombre sont alcalines, mais l'alcali s'y trouve à l'état de carbonate et de bicarbonate, et n'a aucune action pour empêcher la fermentation et la transformation glucosique. D'autres sont neutres et un assez grand nombre est acide, mais le glucose qu'elles contiennent ne paraît pas être en raison de leur acidité.

Les sucres bruts de betteraves qui entrent en raffinerie comme matière première ne contiennent pas sensiblement d'acide libre, excepté les sucres en grain de 1er jet, ils sont au contraire alcalins et ne contiennent que de fort petites quantités de glucose.

Le glucose contenu dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves ne provient pas des sucres bruts employés au raffinage, mais de la transformation du sucre cristallisable en glucose pendant les opérations de raffinage.

Les quantités d'alcali libre et l'état sous lequel il se trouve dans les sucres bruts employés au raffinage ne suffisent pas pour empêcher le développement du glucose dans les opérations de raffinage.

La chaux généralement employée en lait, dans les sirops en cours de travail dans le raffinage des sucres

pour éviter la transformation du sucre cristallisable en glucose, n'empêche pas cette transformation.

Les moyens d'analyse employés pour vérifier son action sont de nature à induire en erreur sur les effets produits par la chaux et sur la quantité de glucose formée aux dépens du sucre cristallisable.

Les moyens recommandés dans la fabrication du sucre de betteraves, la potasse ou la soude caustique, ne peuvent être employés pour le même usage, c'est-à-dire pour prévenir ou empêcher la fermentation et la transformation glucosique dans les produits en cours de raffinage; mais ils peuvent l'être avec succès dans le début des opérations, même dans la clairce à pains, c'est-à-dire dans le sirop qui sert à faire les pains ou au plus tard dans les sirops d'égout de ces pains.

Parmi les procédés de raffinage, celui qui est le plus généralement employé est celui qui donne le plus de glucose; l'épuration des sucres bruts par les turbines Weinrich est celui qui en donne le moins et avec lequel il serait le plus facile d'éviter dans le raffinage la transformation du sucre cristallisable en glucose.

§ 11.

DES AMÉLIORATIONS APPORTÉES DANS LE RAFFINAGE DES SUCRES BRUTS DE BETTERAVES AU POINT DE VUE DES CARACTÈRES DE FERMENTATION ET DE TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS DEPUIS LA 1re PÉRIODE DE 1873 A 1880 JUSQU'A L'ÉPOQUE ACTUELLE 1887.

En 1876, dans une des plus grandes raffineries de Paris, où je mettais en activité des osmogènes Dubrunfaut, traversant une vaste salle dans laquelle étaient en activité 96 turbines ordinaires pour l'épuration préalable des sucres bruts, et, encore sous l'impression des résultats que je venais d'obtenir dans l'analyse des produits de l'épuration des sucres par la turbine Weinrich, je dis à l'administrateur qui m'accompagnait : « Avant

« deux ans, toutes ces turbines seront remplacées par la « turbine Weinrich. »

Les avantages de cette turbine étaient alors peu connus ; un seul établissement aux environs de Paris en faisait l'application à l'épuration des sucres bruts de betteraves qui, aussitôt épurés, étaient vendus à des industries qui n'exigeaient pas de sucre parfaitement blanc, comme la fabrication du chocolat et autres, et même à la raffinerie. Comme je l'avais dit, la grande raffinerie, quelque temps après, remplaçait ses turbines par des turbines Weinrich. Ce fut un nouveau progrès qui se répandit assez rapidement dans les raffineries de sucre de betteraves.

Le procédé Boivin et Loiseau, appliqué aux sirops de sucre brut de betteraves et de cannes, avait surtout pour avantages de les décolorer, d'en éliminer les sels de chaux et quelques matières organiques, de détruire le glucose qui pouvait s'y trouver et d'éliminer les glucates qui en résultent.

Malgré ces avantages, l'application de ce procédé resta limitée aux deux raffineries qui l'avaient d'abord adopté, probablement à cause des frais d'installation qu'il exigeait : fours à chaux, pompes à gaz, etc.

M. Lagrange a proposé un moyen simple d'épurer les dissolutions sucrées de raffineries en les traitant par le phosphate d'ammoniaque tribasique et la baryte caustique. Le phosphate d'ammoniaque avait pour but d'éliminer la chaux des sels de chaux contenus dans les sirops, et la baryte d'en éliminer les matières organiques.

Le phosphate d'ammoniaque avait bien la propriété de précipiter la chaux des sels de chaux ; mais elle se trouvait remplacée par de l'ammoniaque, et donnait ainsi naissance à des sels ammoniacaux, toujours nuisibles dans le travail des sucres par la propriété qu'ils possèdent de perdre de l'ammoniaque et de devenir acides pendant l'évaporation et la cuite des sirops, et de tendre ainsi à la formation du glucose. L'emploi du phosphate d'ammoniaque fut généralement abandonné.

D'un autre côté, la baryte employée à dose suffisante possède la propriété de précipiter le sucre, mais n'a aucune action sur les matières organiques contenues dans les dissolutions sucrées; et la preuve que l'on peut en donner c'est que, lorsqu'on extrait le sucre de la mélasse à l'état insoluble par la baryte, le sucrate de baryte obtenu est en grande partie composé de sucre pur.

Mais la baryte a une propriété qui joue un grand rôle dans l'épuration des sirops de raffinerie : elle décompose les sulfates alcalins en précipitant l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte, et en mettant en liberté à l'état caustique l'alcali devenu libre. Il existe dans certains sucres bruts de betteraves du sulfate de potasse; ce sulfate est peu soluble, il cristallise facilement en même temps que le sucre; il se trouvait éliminé dans les sucres de 2e et 3e jet, qualifiés vergeoises et autres, lorsque la raffinerie livrait ces produits secondaires à la consommation; mais depuis qu'elle ne donne plus par le raffinage que deux produits : le sucre raffiné et la mélasse, il arrive que lorsque les sirops en cours de travail se trouvent saturés de sulfate de potasse, l'excédent se retrouve dans les sucres secondaires qui, en rentrant constamment dans le travail du raffinage, s'y accumulent, au point que ces sucres peuvent en contenir jusqu'à 5 p. 100, et même plus. Lorsque l'on ajoute dans la clarification des sirops une quantité de baryte cristallisée correspondant à la quantité de sulfate, il se forme du sulfate de baryte insoluble qui est entraîné dans les écumes, et la potasse devenue libre donne une légère alcalinité au sirop et empêche ainsi, dans les opérations suivantes, l'action inversible de l'eau sur le sucre; aussi les mélanges provenant de ce travail ne contiennent pas de glucose.

La baryte est employée en clarification dans plusieurs raffineries de sucre de betteraves en France, et son emploi dans le raffinage doit être considéré comme un véritable progrès dû à M. Lagrange (1).

(1) H. Leplay, *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'Industrie et des arts industriels*, article *Raffinerie*, page 703, année 1887.

Une autre circonstance qui a obligé à employer les moyens d'éviter la transformation du sucre cristallisable en glucose dans les opérations de raffinerie, c'est l'introduction des procédés d'extraction du sucre de la mélasse à l'état de sucrate de chaux, de strontiane et de baryte. Les mélasses qui contiennent du glucose en certaine quantité deviennent impropres à l'application de ces procédés.

En 1850, lors de la naissance de ces procédés, brevet Dubrunfaut et Leplay, un établissement monté par notre initiative, avec le concours, comme associés, de tous les raffineurs de Paris, alors au nombre de 13, pour l'extraction du sucre des mélasses par la baryte, dut cesser ses travaux sous l'influence du sucre incristallisable contenu dans les mélasses fournies par nos associés les raffineurs, et dont ils ne pouvaient à cette époque empêcher la formation pendant le raffinage.

Il fallait donc, pour l'application de ces procédés en raffinerie, empêcher le développement du glucose, en rendant les sirops en cours de travail constamment alcalins, et c'est également par ce motif que l'on ne rencontre plus, dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves dans le rayon de Paris, la présence *du glucose à l'état de sucre* qui est le caractère distinctif d'une transformation récente et permanente du sucre cristallisable en glucose.

Je donnerai, dans le tableau suivant, n° 22, quelques analyses comme spécimen de la composition des mélasses de raffineries de sucre de betteraves produites à l'époque actuelle, 1887, en regard de leurs caractères de fermentation et de transformation du sucre cristallisable en glucose sucre et en dérivés.

TABLEAU N° 22.

donnant le quotient alcali libre en présence des caractères de fermentation, du quotient principes réducteurs, du quotient glucosique sucre, du quotient glucosique dérivés, et de la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés dans les mélasses de raffinerie de sucre de betteraves de l'époque actuelle, 1887.

NUMÉROS d'ordre.	ORIGINE.	QUOTIENT alcali, neutre ou acide.	MOUSSE ou sans mousse.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucose à l'état de sucre.	QUOTIENT dérivés du glucose.	SUCRE cristallisable transformé.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	France, Paris	Neutre.	S. mousse.	4,89	0,00	9,78	9,78
2	Id	Neutre.	M. légère.	1,07	0,00	2,14	2,14
3	Id.	4° 1	S. mousse.	5,00	Traces	10,00	10,00
4	Id	4° 3	Id.	2,15	0,00	4,30	4,30
5	Id.	6° 0	Id.	0,00	0,00	0,00	0,00
6	France, province	Neutre.	Mousse.	8,42	3,23	10,38	13,61
7	France, Paris	6° 3	S. mousse.	Traces	0,00	Traces	Traces
8	Id	8° 9	Id.	1,79	0,00	3,58	3,58
9	New-York	Neutre.	Mousse.	1,56	0,00	3,12	3,12
10	Italie	A 8,0	Id.	7,42	4,01	6,82	10,83

I.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES MÉLASSES DE RAFFINERIE DE SUCRE DE BETTERAVES, AU POINT DE VUE DE L'INFLUENCE DE LEUR ALCALINITÉ SUR LES CARACTÈRES DE FERMENTATION ET DE TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS, DANS LA PÉRIODE ACTUELLE.

— 1887 —

Les mélasses analysées, comme spécimen des mélasses produites en raffinerie à l'époque actuelle, sont au nombre de 10, sur lesquelles :

5 sont alcalines, soit. . . . . 50 p. 100.
4 sont neutres, soit. . . . . 40 —
1 est acide. . . . . 10 —

Sur ces dix mélasses :

8 proviennent de raffineries françaises,
2 — de raffineries étrangères.

Sur les 8 mélasses de raffinerie française :

5 sont alcalines. Elles contiennent en alcali libre, en moyenne, 5°,9.
Aucune n'a de tendance à la fermentation.
1 ne contient pas de principes réducteurs. Elle contient en alcali libre 6°.
1 contient des traces de principes réducteurs, et en alcali libre 6°,3.
4 ne contiennent pas de glucose à l'état de sucre. Elles contiennent en alcali libre, en moyenne, 6°,3.
1 contenait des traces de glucose à l'état de sucre, et en alcali libre 4°,1.
3 contenaient des dérivés de glucose, en alcali libre, en moyenne, 5°,7,
et en sucre cristallisable transformé en glucose : 5gr,96, en moyenne, p. 100.

3 mélasses de raffineries françaises étaient neutres.

1 n'avait aucune tendance à la fermentation. Elle contenait des principes réducteurs à l'état de dérivés, représentant en sucre cristallisable transformé : 9^{gr},78 p. 100 ;

1 avait une tendance à la fermentation. Elle contenait des principes réducteurs à l'état de dérivés, représentant en sucre cristallisable transformé : 2^{gr},14 p. 100 ;

1 était en fermentation. Elle contenait des principes réducteurs à l'état de sucre et à l'état de dérivés, représentant en sucre transformé en glucose : 13^{gr},61 p. 100.

Des 2 mélasses de raffineries étrangères de sucre de betteraves :

1 était de provenance américaine, New-York. Elle était neutre, en fermentation, contenait des principes réducteurs à l'état de dérivés sans glucose à l'état de sucre, représentant en sucre cristallisable transformé : 3^{gr},12 p. 100 ;

1 était de provenance italienne. Elle était acide, en fermentation, contenait des principes réducteurs à l'état de sucre et à l'état de dérivés, représentant en sucre transformé en glucose : 10^{gr},83 p. 100 ;

Il résulte de cet examen, qu'il existe de grands changements dans la composition des mélasses de raffinerie de l'époque actuelle avec les mélasses de raffinerie de la période comprise entre 1873 et 1880. Ainsi dans la première période, les mélasses produites étaient à peu près toutes en fermentation, contenaient toutes des principes réducteurs, parmi lesquels se trouvaient du glucose à l'état de sucre et des dérivés, tandis que les mélasses de l'époque actuelle n'ont aucune tendance à la fermentation.

Toutes contiennent des principes réducteurs, excepté une, mais fait remarquable parmi ces principes réducteurs,

une seule contient du glucose à l'état de sucre et les autres seulement des dérivés, en bien moins grande quantité que dans l'époque précédente.

Ce fait remarquable de l'absence de glucose à l'état de sucre dans les mélasses de raffinerie de notre époque, qui est le caractère de la transformation du sucre cristallisable à l'état permanent et celui de la présence seule des dérivés du glucose, dont la quantité relativement faible peut faire admettre que ces dérivés proviennent du sucre brut employé et non des opérations de raffinage, indique pour l'époque actuelle, qui ne produirait ni glucose à l'état de sucre ni dérivés et par conséquent n'occasionnerait pas de transformation du sucre cristallisable, une grande supériorité.

Cette supériorité de l'époque actuelle doit être attribuée, comme nos premières analyses de 1876 à 1880 l'avaient fait pressentir, à l'emploi de la turbine Weinrich dans l'épuration préalable à la fonte des sucres bruts, à la rapidité du travail qui résulte de son emploi, et à l'application de la baryte caustique dans la clarification des sirops de raffinerie.

Cependant, il est une exception à signaler dans la mélasse n° 5 qui contient une assez grande quantité de glucose à l'état de sucre, et à l'état de dérivés représentant dans leur ensemble en sucre cristallisable transformé 13,61 p. 100 de sucre non transformé; mais il est à remarquer que cette mélasse provient d'une raffinerie de province qui, probablement, n'est pas aussi parfaitement outillée que les raffineries de Paris.

L'examen des résultats de l'analyse des mélasses et des produits en cours de travail à l'époque actuelle établit qu'il s'est produit de grandes améliorations dans le raffinage des sucres de betteraves depuis la 1re période de 1873 à 1880.

Tandis que les mélasses de la 1re période étaient toutes en fermentation et contenaient du glucose à l'état de sucre dont la présence indique toujours une transfor-

mation permanente et constante du sucre cristallisable en glucose, les mélasses de la période actuelle ne présentent pas les caractères de la fermentation et ne contiennent pas de glucose à l'état de sucre. On peut en conclure que, dans la période actuelle, il ne se transforme pas de sucre cristallisable en glucose dans le raffinage des sucres bruts de betteraves.

Il est vrai que les mélasses de l'époque actuelle contiennent une certaine quantité de dérivés du glucose, mais en bien moins grande quantité que les mélasses de la période précédente, et il est même admissible que ces dérivés ont été apportés dans le raffinage par les sucres bruts.

Ces améliorations sont dues à un ensemble de perfectionnements au nombre desquels il faut citer, comme nos analyses de la période précédente l'avaient démontré : l'emploi de la turbine Weinrich pour l'épuration des sucres bruts préalablement à la fonte ; une plus grande rapidité dans les opérations de raffinage ; l'emploi de procédés de clarification par le sucrate d'hydrocarbonate de chaux (procédé Boivin et Loiseau) et l'emploi de la baryte caustique (procédé Lagrange) qui, en décomposant le sulfate de potasse contenu dans les sirops, en précipite l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte et met en liberté la potasse à l'état caustique qui maintient une alcalinité constante dans les bas produits jusqu'à la mélasse, et évite ainsi la transformation du sucre cristallisable en glucose.

Cependant, il faut observer que les mélasses de raffineries de l'époque actuelle ne sont que légèrement alcalines ; quelques-unes même sont neutres, et cet état n'est pas suffisant pour préserver le sucre de sa transformation en glucose, si ces mélasses étaient soumises à d'autres opérations comme l'osmose ; il serait alors indispensable d'avoir recours à l'addition d'une petite quantité d'alcali caustique (potasse ou soude caustiques). Cette addition serait surtout indispensable pour celles qui

sont neutres ou qui ne contiennent que des traces d'alcali.

Il faut signaler une exception dans les mélasses de l'époque actuelle; une mélasse d'une raffinerie française située en province était en pleine fermentation et contenait du glucose à l'état de sucre et des dérivés en quantités assez considérables pour se rapprocher des mélasses de la 1re période. Il est probable que cette raffinerie n'a pas apporté dans son travail les améliorations signalées ci-dessus. Il en est de même de la mélasse d'une raffinerie située en Italie, mais à un moindre degré; tandis qu'une mélasse produite dans une raffinerie de sucre de betteraves située en Amérique (New-York), quoique neutre et en fermentation, ne contenait pas de glucose à l'état de sucre et très peu de dérivés (1).

La marche du progrès en raffinerie de sucre de betteraves en France peut être ainsi caractérisée :

En 1844, *une seule raffinerie ne transformait pas de sucre cristallisable en glucose.*

De 1873 *à* 1880, *une seule raffinerie se trouvait encore dans le même cas.*

En 1887, *le contraire se produit : une seule raffinerie transforme du sucre cristallisable en glucose.*

(1) On peut paraître surpris qu'il existe en Amérique, où il ne se produit pas de sucre de betteraves, des raffineries exclusivement alimentées par du sucre de betteraves. L'explication en est dans le peu de frais qu'exige le transport du sucre de betteraves par exemple d'Anvers à New-York, de moins de 12 fr. par tonne.

CHAPITRE VI.

IIIe PARTIE.

De la transformation du sucre cristallisable en glucose dans la fabrication du sucre de cannes.

§ 12.

LA PRÉSENCE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LES MÉLASSES DE FABRIQUES DE SUCRE DE CANNES.

Les analyses des mélasses de fabriques de sucre de cannes faites en 1844, reproduites dans le chapitre II, page 37, de ce volume, ont établi que la quantité de glucose appelé alors *sucre incristallisable*, contenu dans ces mélasses, était considérable.

Depuis cette époque, et surtout dans ces dernières années, le procédé alors généralement employé dans la fabrication du sucre de cannes s'est profondément modifié; des progrès importants y ont été réalisés, et avant d'entrer dans l'étude des mélasses, il est nécessaire de faire un examen succinct de ces procédés.

I.

EXAMEN DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS EMPLOYÉS DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE CANNES.

1844, époque où ont été faites nos premières analyses des mélasses produites dans la fabrication du sucre de cannes, le procédé généralement employé consistait à évaporer et cuire le jus de la canne sortant du moulin, déféqué par une petite quantité de chaux, dans un appareil inventé dans le siècle précédent et désigné sous le nom de *Batterie du Père Labat*. Après cuisson, le sirop

est mis en cristallisation dans des bacs plats, et, après 24 ou 36 heures, la masse grenée est versée dans des tonneaux en bois nommés *boucauts* placés debout, le fond supérieur est enlevé et le fond inférieur percé de trous dans lesquels on enfonce des tiges de cannes; c'est par ces trous imparfaitement bouchés que s'écoule la mélasse. Lorsque le sucre est suffisamment égoutté, on enlève les cannes, on bouche les trous avec une bonde, on met en place le fond supérieur et le boucaut ainsi rempli est expédié en Europe, tandis que la mélasse est envoyée en distillerie pour en faire du rhum.

Ce moyen rapide de fabrication, exigeant de faibles dépenses d'installation, peu de main-d'œuvre, est encore employé dans un grand nombre de plantations, c'est la sucrerie agricole dans sa plus grande simplicité, mais il a l'inconvénient de ne donner que 5 à 6 p. 100 de sucre de la canne qui en contient 16 ou 18 p. 100, un sucre à très bas titre qui éprouve des altérations et un déchet considérable pendant le voyage en Europe.

Diverses modifications furent apportées à ce procédé, d'abord la cuite à la vapeur et à air libre dans la chaudière Wetzel; mais elles n'apportèrent pas d'amélioration bien sensible dans le prix de revient du sucre. Cependant, la fabrication du sucre de cannes ne pouvait rester indifférente devant les grands progrès accomplis et en cours d'accomplissement dans la fabrication du sucre de betteraves; aussi, les plus grands efforts furent-ils tentés pour y implanter les machines et procédés qui avaient réussi pour le sucre de betteraves.

La multiplicité et l'exiguïté des sucreries de cannes se prêtaient difficilement à l'emploi de ces machines et appareils qui exigent un personnel intelligent et spécial pour les conduire; il se forma alors des fabriques centrales où les cultivateurs de cannes, renonçant à la fabrication du sucre, livrèrent leurs cannes et en reçurent en payement le sucre qu'ils auraient pu en obtenir par leurs moyens imparfaits. La fabrication transforma alors complètement son outillage et ses procédés, on produisit le

sucre en grain blanc de 1er jet, puis des 2e et 3e jets, la quantité de mélasse fut réduite dans de grandes proportions, et les moyens d'extraire le jus furent perfectionnés. Les moulins généralement employés qui ne donnaient que 60 à 65 p. 100 au maximum du jus de la canne, qui en contenait 90, furent rendus plus puissants ; un prix de cent mille francs fut proposé par la Chambre d'agriculture de la Pointe-à-Pitre pour le fabricant qui élèverait le rendement en sucre de 1,159 p. 100 du poids de la canne, et fut décerné à M. Chassaing, fabricant de sucre à la Guadeloupe, qui réalisa ce résultat à l'aide de son moulin à cannes avec imbibition et répression, c'est-à-dire en laissant moins de sucre dans la bagasse.

Le moulin avec imbibition et répression était un progrès, mais il laissait encore dans la bagasse de 16 à 18 p. 100 de jus.

De nombreuses tentatives furent faites dans divers pays dans le but d'épuiser complètement la canne de tout le jus qu'elle contient par lixiviation, c'est-à-dire par diffusion. Le problème à résoudre était de mettre la canne dans un état de division qui permît son épuisement facile par un lavage à l'eau ; d'obtenir des jus à un degré de densité assez élevé pour ne pas augmenter outre mesure les frais d'évaporation du jus ainsi obtenu, de ne pas augmenter pendant la diffusion la quantité de glucose contenu naturellement dans la canne, enfin, de conserver la bagasse, autant que possible, pour combustible.

Parmi les diverses tentatives qui furent faites dès l'année 1881 de l'application de la diffusion à la canne, il faut citer :

A la Guadeloupe, dans l'usine de l'Arboussier, puis dans celle de Monmain, par MM. Chenot et Alphonso, et M. Bonâme (1) ;

(1) *Sucrerie indigène et coloniale*, tome XVIII, année 1881.

Dans les Indes anglaises, à Madras, dans l'usine Otska, par M. Minchin (1);

A la Louisiane, par M. Gennert (2).

En 1882, à Java, les premiers essais de diffusion furent faits par MM. J. Kramer et A. Van Waeyenberch dans l'usine de Sarabaya, appartenant à M. Eschauzier. L'année suivante, un capital fut souscrit pour continuer les essais sur de plus grandes quantités dans l'usine de Chéribon, sous la direction de M. Zuur. Une commission fut nommée pour suivre les essais comparatifs entre les meilleurs moulins et la diffusion, et son rapport, publié en 1885, conclut que : « la différence au profit de la diffusion est de 1k,552 de sucre par 100 kilogrammes de cannes (3). »

En 1883, les mêmes essais de diffusion sur la canne se produisaient par M. Riffard, à la Guadeloupe (4), qui en fait une application industrielle suivie dans la République Argentine (5).

En 1884, au Brésil, la diffusion était appliquée par M. Stade à Bracuhy, près d'Angra dos Reis, avec le concours de l'ingénieur brésilien Caetans de Silva Lara et de M. Hugo Jelinek, de Prague (Bohême) (6).

En 1883 et 1884, en Espagne à Almeria, sur la canne, et à Torre del Mar, sur la bagasse, par la compagnie de Fives-Lille de Paris.

Aux États-Unis (Amérique), par M. W. Wiley (7).

Aux îles Sandwich, par M. Schulze, par souscription (8).

A La Nouvelle-Orléans, par M. Perret de Roye, avec son appareil de diffusion continue (9).

(1) Sugar Bowl, *Journal de la Nouvelle-Orléans*, 1881.
(2) Sugar Bowl, *Journal de la Nouvelle-Orléans*, 1881.
(3) *Bulletin de la Société des études coloniales et maritimes*, 1885.
(4) *Sucrerie indigène et coloniale*, tomes XXI et XXII, année 1883.
(5) *Sucrerie indigène et coloniale*, tome XXIII, année 1884.
(6) *Sucrerie indigène et coloniale*, tome XXVI, année 1885.
(7) Sugar Bowl, 1885.
(8) Sugar Bowl, 1885.
(9) *Sucrerie indigène et coloniale*, tomes XXV et XXVI, 1885

En 1885, le gouvernement des États-Unis d'Amérique envoya en Europe M. le professeur W. Wiley, chimiste du département de l'agriculture, pour y étudier les différents procédés employés dans la fabrication du sucre. M. Wiley, après avoir suivi les procédés employés dans la fabrication du sucre de betteraves en France, particulièrement dans la sucrerie centrale d'Abbeville, se rendit à Almeria (Espagne) pour étudier l'application des mêmes procédés qu'il avait vus appliqués dans la sucrerie d'Abbeville, et particulièrement la diffusion.

Le rapport de M. Wiley, récemment publié, contient d'intéressants détails sur la diffusion de la canne pendant la campagne de 1885 à 1886 dans la *sucrerie d'Almeria* et sur la diffusion de la bagasse dans la *sucrerie de Torre del Mar*, près Malaga. Ce rapport établit, avec analyses à l'appui, l'épuisement à peu près complet de la canne et de la bagasse jusqu'à 3 p. 100 du jus, tandis que les moulins ordinaires donnent une perte de 30 à 32 p. 100, et les moulins les plus perfectionnés, avec imbibition et répression, une perte de 16 à 18 p. 100 ; mais un autre fait, également très important, ressort des analyses de M. Wiley, c'est que la quantité de glucose n'augmente pas pendant la diffusion (1).

Le jus sortant de la diffusion est traité comme le jus de betteraves, c'est-à-dire qu'il est soumis à la défécation trouble par la chaux et à la double carbonatation (procédé Perier et Possoz) ; aux filtres-presses pour séparer les écumes ; à l'appareil à triple effet pour l'évaporation ; à une filtration mécanique et à la cuite en grain dans l'appareil dans le vide.

Nous avons énuméré les différentes tentatives faites dans ces dernières années pour appliquer la diffusion dans les divers pays de production de sucre avec la canne pour montrer que le souffle du progrès a enfin pénétré dans la fabrication du sucre de cannes, restée si longtemps stationnaire avec l'équipage du Père Labat du

(1) W. Wiley, *The Sugar industrie*, 1886.

siècle dernier, et qu'à l'avenir ce progrès envahira peu à peu cette vaste industrie et créera une concurrence de plus en plus redoutable au sucre de betteraves sur le marché européen.

On comprendra facilement que des changements aussi complets dans les moyens de fabrication doivent avoir amené des modifications profondes dans la composition des produits, c'est-à-dire dans les sucres et dans les mélasses.

Une circonstance particulière va nous permettre d'étudier l'influence de ces divers changements dans les procédés de fabrication, sur la composition des mélasses et des produits en cours de travail dans la fabrication et le raffinage du sucre de cannes; M. Crozat, le directeur de la sucrerie-raffinerie d'Almeria, est un de mes anciens élèves, qui a concouru pendant de longues années à mes travaux dans les industries du sucre et dans la distillation; familiarisé avec les différentes méthodes d'analyse des matières sucrées, il les a appliquées dans la direction chimique de la sucrerie-raffinerie d'Almeria, et m'a envoyé les nombres obtenus de ces nombreuses analyses, ainsi que divers produits à analyser. Cette étude est de nature à jeter un jour nouveau sur les progrès à accomplir dans la fabrication du sucre de cannes.

L'opinion s'est tellement accréditée depuis les analyses faites sur la canne à sucre, en 1840, par M. E. Peligot, « que le jus de la canne ne renferme pas de sucre li-« quide, incristallisable, et que ce jus n'est autre chose « que de l'eau sucrée à peu près pure, composée d'une « partie de sucre pour quatre parties d'eau, et que la « formation de la mélasse se produisait : 1° par la fer-« mentation du jus; 2° par l'action mal dirigée de la cha-« leur pendant l'évaporation (1); » que l'on a complètement négligé d'attribuer un rôle aux matières salines dans la formation de la mélasse. Nos analyses des mé-

(1) E. Peligot, *Recherches sur la composition chimique de la canne à sucre*, 1840.

lasses de fabriques de sucre de cannes de 1844 semblaient confirmer cette opinion. En effet, on y remarque que, tandis que les mélasses des fabriques de sucre de betteraves donnent dans le produit de l'incinération en titre soluble, c'est-à-dire en carbonate de potasse pour 100 grammes de mélasse de 120° à 140° alcalimétriques, la mélasse de fabriques de sucre de cannes n'en donne que 10° à 14° (1).

Mais, à cette époque, la cuite se faisait à feu nu; on ne produisait qu'un seul jet de sucre, les sirops qui sortaient du sucre de 1er jet n'étaient pas recuits; mais il n'en est plus ainsi dans les sucreries qui ont adopté les appareils à vapeur à cuire dans le vide; la première cuite se fait en grain dans l'appareil, les sirops qui en sortent sont recuits en 2e et 3e jet, et alors les matières salines s'accumulant en bien plus grande quantité dans la partie liquide de la cuite en 3e jet, c'est-à-dire la mélasse, leur influence devient manifeste et l'on est tout étonné de rencontrer des mélasses qui contiennent des quantités de matières salines se rapprochant beaucoup des quantités contenues dans les mélasses de fabriques de sucre de betteraves.

Cette composition saline des mélasses de cannes a depuis quelque temps fixé notre attention, et nous nous sommes demandé si l'osmose, qui joue aujourd'hui, par l'élimination des sels, un si grand rôle dans l'extraction du sucre des mélasses dans la fabrication du sucre de betteraves ne pourrait pas avoir son utilité dans la fabrication du sucre de cannes.

Au début de l'osmose, il en a été fait quelques essais de 1864 à 1868, mais toutes les ressources que présente actuellement l'osmose, l'état de perfection où sont arrivés les derniers modèles d'osmogènes n'étaient pas alors connus, et la composition des mélasses de cannes au point de vue des matières salines n'était pas ce qu'elle est aujourd'hui. Ces premiers essais n'ont pas été suivis probablement parce qu'ils n'ont pas donné de résultats.

(1) Chapitre II, p. 37 de ce volume.

Nous avons remis cette question à l'étude, et les résultats obtenus nous font entrevoir la possibilité d'un nouveau progrès à réaliser dans la fabrication du sucre de cannes.

Nous avons fait venir de plusieurs origines des mélasses de fabrique de sucre de cannes, et nous les avons soumises à notre procédé d'analyse chimique industrielle si utile dans l'étude des phénomènes d'osmose, et nous n'avons pas été peu surpris d'y rencontrer en abondance les mêmes sels que dans la mélasse de fabrique de sucre de betteraves, entre autres, les sels minéraux nitrate de potasse, et chlorure de potassium et souvent en plus grande quantité.

Il est vrai que ces sels y sont accompagnés par une quantité plus ou moins grande de sucre inscristallisable, ou glucose qui contribue également à la formation de la mélasse ; mais nous avons reconnu que cette quantité de glucose y était très variable, et que, d'ailleurs, le glucose comme les sels minéraux sont éléminés par l'osmose, et que la mélasse de canne osmosée, débarrassée de ces mélassigènes, recouvrait étant recuite la propriété de redonner de nouveau du sucre par cristallisation.

Il y a quelques mois, nous écrivions encore, sous l'empire du préjugé : « La mélasse de canne, épuisée « par plusieurs cristallisations successives, se trouve en « quantité très réduite; le sucre n'y est pas arrêté dans « sa cristallisation par la quantité de sels qu'elle contient « comme dans la mélasse de sucrerie de betteraves, mais « par la quantité de glucose. Les procédés d'extraction « du sucre cristallisable de la mélasse pratiqués dans la « fabrication du sucre de betteraves, tel que l'osmose, « lui serait appliqué sans succès ; mais le point de per- « fection à atteindre dans la fabrication du sucre de « cannes est d'empêcher la formation du glucose, pen- « dant la fabrication, par une marche rapide dans les « opérations, car il vient augmenter la quantité qui « existe déjà naturellement dans le jus de canne et, par

« suite, la quantité de mélasse ou résidu de fabrica-
« tion » (1).

Aujourd'hui, en présence de nos analyses de mélasses de cannes provenant de différents pays de production, dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant; en présence des résultats acquis par nos expériences d'osmose sur ces mêmes mélasses, nous pouvons nous rétracter avec toute franchise et affirmer que nos procédés *de suppression de la mélasse par l'osmose perfectionnée*, dont le succès se poursuit dans la fabrication et le raffinage des sucres de betteraves, peut arriver au même résultat dans la fabrication du sucre de cannes, c'est-à-dire la suppression de la mélasse dans la fabrication et le raffinage des sucres de cannes.

Ce n'est point ici le lieu de développer ces moyens, il suffit de constater qu'ils existent; ils trouveront leur place dans le 4e volume de cet ouvrage, traitant de l'application de l'osmose dans les industries du sucre; je dois, pour le moment, me renfermer dans l'analyse de la mélasse de fabrique de sucre de cannes, dans l'examen des influences qui contribuent à sa production, et des moyens à employer pour en éviter ou en diminuer la formation.

Dans cette étude, je mettrai à profit les nombreux travaux faits par divers chimistes qui, au milieu de pays de production, ont été bien placés pour étudier la composition chimique de la canne, et son travail manufacturier dans l'extraction du sucre.

Parmi ces chimistes, il faut citer le docteur Icery qui, en 1863, présenta un très remarquable mémoire à la Chambre d'agriculture de l'île Maurice. On peut dire que c'est à partir de ce travail que l'on possède des données exactes sur la composition chimique de la canne et sur son travail manufacturier au point de vue chimique (2).

(1) *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'Industrie et des Arts industriels.* Article *Sucrerie.* H. L.

(2) Dr Icery, *Recherches sur le jus de la canne* et sur les modifications qu'il subit pendant le travail d'extraction à l'île Maurice, 1883.

Depuis cette époque, et surtout dans ces dernières années, on a reconnu le rôle important que doit prendre la chimie dans l'étude agricole et industrielle de la fabrication du sucre de cannes; aussi, à l'imitation de ce qui se passe dans l'industrie du sucre de betteraves, il s'est formé aux colonies des stations agricoles dirigées par d'habiles chimistes, qui ont mis à l'étude les questions encore peu connues de la culture et de la fabrication du sucre avec la canne; l'on doit à quelques-uns de ces chimistes des travaux très importants, qui ont été successivement publiés dans les journaux spéciaux.

Parmi ces chimistes, il faut citer, à la suite de M. le docteur Isery :

M. Félix Vendesmet, ingénieur civil, 1877 (1);

M. Delteil, ex-directeur de la station agronomique de l'île de la Réunion, 1877, qui a réuni ses travaux dans une brochure publiée en 1885 (2);

M. Bonâme, ancien directeur de la station agronomique de la Pointe-à-Pitre, 1881, qui a réuni ses travaux dans un volume publié récemment, 1887 (3);

M. Rouf, chimiste du laboratoire de la Compagnie des engrais à la Martinique;

M. Riffard, qui a publié une série d'articles dans la sucrerie indigène et coloniale pendant les années 1881, 1882 et 1883, aujourd'hui fabricant de sucre dans la République Argentine (4);

M. W. Wiley, chimiste du département de l'agriculture aux États-Unis (5), dont les travaux se trouvent reproduits dans le journal publié sous sa direction par le département de l'Agriculture ;

M. Careto, sur la fabrication du sucre à Java, 1887 (6).

(1) Dureau, *Journal des fabricants de sucre*, année 1877.
(2) Delteil, *La canne à sucre*, année 1885.
(3) Bonâme, *Culture de la canne à sucre à la Guadeloupe*, année 1887.
(4) Riffard, *Sucrerie indigène et coloniale*, années 1881, 1882, 1883.
(5) W. Wiley, *The Sugar industrie*, année 1886.
(6) Careto, *Sucrerie indigène et coloniale*, année 1887.

M. Lezin Becnel, chimiste des sucreries Belle Alliance et Evan Hall, à la Louisiane (1).

M. Biard, à l'île Maurice (2).

Je puiserai dans ces divers publications et documents les renseignements nécessaires à l'étude de l'existence du glucose et de la transformation du sucre cristallisable en glucose dans la fabrication du sucre de cannes.

Les analyses reproduites dans ces publications ne donnent le plus souvent que le sucre cristallisable et le glucose sans distinction de l'état sous lequel se trouve le glucose, sans constater l'état de neutralité et les matières salines; elles ne pourront être utilisées dans ce travail que dans l'étude du glucose et de la transformation du sucre en glucose; mais l'analyse chimique industrielle, telle que nous la pratiquons sur la mélasse de betteraves, appliquée aux échantillons de mélasses de fabriques de sucre de cannes qui m'ont été adressés, dans ces derniers temps, de différentes contrées, en vue de l'application de l'osmose, sera d'un puissant secours pour apprécier l'état présent de la fabrication du sucre de cannes pour le comparer à l'état présent de la fabrication du sucre de betteraves et, par suite, en déduire les perfectionnements à y apporter.

Depuis la rédaction de ce paragraphe traitant de l'examen des différents procédés employés dans la fabrication du sucre de cannes, il s'est produit une interruption de près de dix-huit mois dans l'impression de ce volume. Pendant ce temps, les progrès dans la fabrication du sucre de cannes se sont développés. Nous avons énuméré page 281 les premières tentatives faites jusqu'en 1886 sur la diffusion de la canne dans divers pays. Depuis cette époque les tentatives se sont multipliées, les résultats obtenus ont acquis un degré de certitude qui ne laisse plus de doute sur les avantages de la diffusion;

(1) Lezin Becnel, *Report on the résultats of Belle Alliance an Evan Hall*, 1887, *Correspondance particulière*.

(2) L. Biard, *Correspondance particulière*.

aussi un grand mouvement se produit pour l'application de la diffusion dans tous les pays de fabrication de sucre avec la canne. Comme suite à la page 282, nous citerons :

Java, Djattiwangie, résultat : production par 100 kilos de cannes sur les meilleures presses, sucre en plus, 1k,552 gr. (1).

Kansas, Ottawa, Wiley (2).

Trinitad, applied to sugar cane, Georges Stade, résultat : plus-value par tonne de cannes, 5 fr. 70 (3).

Demerara, sucrerie Nonpareil, East Coast, par Quintus Hogg (4).

Brésil, Barcellos, par le docteur Pedro Dias Gordilho Paes, résultat : perte en sucre dans la diffusion, 1,9; par le moulin, 3,60; sucre en plus par la diffusion, 1,5 par 100 kilos de cannes (5).

San-Salvador, Amérique Centrale, résultat par Huleich, ingénieur, sucre en tous jets, 9,97 ; dans la mélasse, 2,80; dans la bagasse, 1,8; perte dans la bagasse provenant des moulins, 3,75 (6).

En 1887, la compagnie de Fives-Lille avait installé la diffusion de la canne et de la bagasse dans les sucreries suivantes :

Australie, Sydney, sucrerie de Broadwater, colonial sugar Raffinery.

Java, à Van Blommestein, sucrerie de Vino pringo.

Espagne, dans les sucreries de Montserrat, de Torre del Mar, de Nerja, de Mortril, de Malaga, d'Adra, de Torrox, de Sabillina.

Les procédés d'épuration des jus obtenus de la diffusion vont également en se simplifiant ; on avait cru que la diffusion entraînerait l'emploi de la défécation trouble et de la double carbonatation, qui donne de si bons

(1) *Sucrerie indigène*, t. XXVII, 18 janvier 1886.
(2) Harway Wiley, brochure Printing office Washington, 1886.
(3) *Diffusion applied to sugar cane*, 1886.
(4) *Sucrerie indigène*, t. XXX, p. 253, année 1887.
(5) *Ibid.*, t. XXX, p 652, année 1887.
(6) *Ibid.*, t. XXXI, p. 225, année 1887.

résultats dans la fabrication du sucre de betteraves; mais on a reconnu bien vite que la chaux employée en excès était beaucoup plus nuisible qu'utile. Ce résultat pouvait se comprendre à priori, par suite de l'action de la chaux sur le sucre incristallisable qui existe toujours en certaine quantité dans le jus de la canne, et qui, en le détruisant, produit une forte coloration du jus. On a donc renoncé à ces opérations pour en revenir à la défécation ordinaire avec un minimum de chaux. Bien plus, on est parvenu à produire la défécation au jus de la canne dans l'appareil de diffusion par l'addition d'une petite quantité de lait de chaux dans les diffuseurs. Les jus sortant des diffuseurs sont envoyés directement au triple effet, le sirop est cuit dans le vide, et la masse cuite est turbinée.

Ce mode nouveau de travail supprime donc complètement la défécation, la décantation, la clarification des jus et des sirops, et il n'y a plus de traitement d'écumes (1).

L'emploi de la chaux pendant la macération ou la diffusion sur la betterave a été depuis longtemps recommandé, d'abord en 1852 par Leplay et Traxler (2), plus tard par Champonnois, et, il y a quelques années, par Manoury (3); mais à chacune de ces époques il a été abandonné. Cet insuccès s'explique par l'action de la chaux sur la pulpe de betterave, qui transforme ce produit insoluble en un sel soluble de chaux, métapectate de chaux qui introduit ainsi dans le jus de la diffusion une impureté difficile à éliminer du jus de betterave.

C'est à l'action de la chaux pendant la défécation sur la pulpe très divisée, pulpe folle qui existe toujours dans les jus de betteraves obtenus par les presses continues et à la présence du métapectate de chaux qui en résulte inévitablement, que les presses continues doivent en partie leur infériorité sur les jus clairs obtenus par la diffusion.

Les tissus de la canne étant plus résistants à l'action de

(1) Avisse, ingénieur, *Génie civil*, 1888.
(2) Brevet Leplay et Traxler, 1852.
(3) *Bulletin de l'Association des Chimistes*, 2e année, 15 août 1884, p. 239.

la chaux ne présentent pas le même inconvénient; de plus, la haute température produite dans les diffuseurs détruit les germes de ferment et coagule les matières albumineuses contenues naturellement dans le jus de la canne, en sorte que ces impuretés restent dans les cossettes épuisées desucre par la diffusion.

Il est maintenant établi par les nombreuses applications qui en ont été faites dans les différents pays signalés ci-dessus, que la diffusion de la canne aura le même succès que la diffusion de la betterave, et donnera des résultats d'autant plus avantageux qu'elle doit contribuer à améliorer les procédés ordinaires d'épuration du jus de la canne.

Je terminerai cet exposé par les lignes suivantes, empruntées au journal la *Sucrerie agricole*, de Maurice, sous la signature de M. Biard, chimiste français bien connu par ses travaux en sucrerie de betteraves et de cannes, présentement dans les établissements Alma : « Nous croyons pouvoir affirmer d'après nos calculs que « la diffusion donnerait des bénéfices certains et considé- « rables dans quelque condition qu'on se trouve placé « aux points de vue de la perfection du travail et de la « richesse de la canne; l'excédent de rendement sur le « travail des moulins sera toujours assez considérable « pour parer aux éventualités.

« La diffusion est donc le procédé de l'avenir, lui seul « permet d'abaisser le prix de revient du sucre dans des « proportions telles que la concurrence du sucre de bet- « terave deviendra sinon impossible, du moins très « difficile.

« La sucrerie coloniale a commencé à prendre les « armes de la sucrerie de betteraves, le triple effet, la « cuite dans le vide, le filtre-presse, la turbine, etc.; elle « doit aussi lui emprunter la diffusion, et, lorsqu'elle « possédera un procédé économique d'extraction du sucre « des mélasses, elle aura les mêmes moyens d'action que « sa concurrente, et elle conservera ses avantages natu-

« rels, qui sont : le bas prix de la main-d'œuvre, le « grand rendement cultural, et, dans quelques pays, la « plus grande richesse et la plus grande pureté de la « matière première. »

Analyses chimiques de mélasses provenant de fabriques de sucre de canne, situées dans différents pays, faites par divers chimistes à différentes époques.

Les analyses des mélasses des fabriques de sucre de cannes, faites à différentes époques par divers chimistes, se répartissent, pour les différents pays, de la manière suivante :

1866 à 1877. Dubrunfaut (Havane, Égypte, Inde). 6
1875. Aimé Girard et Laborde (Guadeloupe, Port-Louis, Nossi-Bé, Galande). 7
1876. Durin (Espagne). 2
1876. Gunning (Indes orientales). 1
1883. Riffard (Guadeloupe). 3
1885. Delteil (île de La Réunion). 1
1887. Bonâme (Guadeloupe). 1
1887. Careto (Java). 1
1887. Crozat (Espagne). 2
1887. Biard (Maurice, sucrerie Alma).
1887. Lezin Becnel (sucreries de la Louisiane, Belle Alliance, Evan Hall).
1888. Lezin Becnel (sucreries de la Louisiane, Belle Alliance, Evan Hall).
1887. Leplay (Espagne, Indes anglaises, Australie, Demerara, Égypte, Amérique, Java).
1888-1889. Leplay (Louisiane, Belle Alliance, Evan Hall).

Les nombres extraits de ces analyses sont résumés dans le tableau suivant n° 23 (1) :

(1) Les analyses de MM. Briard et Lézin-Becnel, n'ayant pas été trouvées, ne figurent pas dans le tableau.

TABLEAU N° 23

donnant les caractères de fermentation, l'état alcalin, neutre ou acide, le quotient principes réducteurs, le quotient glucose sucre, le quotient dérivés de glucose et la perte totale du sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés pour 100 *de sucre non transformé, dans les mélasses de fabriques de sucre de cannes situées dans différents pays et analysées par divers chimistes.*

NUMÉRO D'ORDRE.	NOMS des chimistes.	PROVENANCE.	ÉTAT particulier de la mélasse.	DATE de l'analyse.	CARACTÈRES de fermentation.	CARACTÈRES alcalin, neutre ou acide.	QUOTIENT principes réducteurs.	QUOTIENT glucosique sucre.	QUOTIENT dérivés.	SUCRE cristallisable transformé.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Dubrunfaut.	Havane.	Non épuisée.	1866			26,96			
2	»	»	Épuisée.	1866			39,52			
3	»	Égypte.	»	1869		0° 71	41,08	30,54	21,08	51,62
4	»	»	Même m.	1872			51,70	40,19	23,02	63,21
5	»	»	Même m.	1876			76,82	58,27	37,10	95,37
6	»	Inde.		1877			37,91			
7	Aimé Girard	Guadeloupe.		1875			35,93			
8	et	Port-Louis.		1875			41,63			
9	Laborde.	Id.		1875			37,36			
10	»	Id.		1875			62,75			
11	»	Id.		1875			116,28			
12	»	Nossi-Bé.		1875			106,74			
13	»	Marie-Galande.		1875			35,22			
14	Durin.	Espagne.		1876			27,77			
15	»	Id.		1876			33,75			
16	Gunning.	Indes orientales.		1876			36,00			

17	Riffard.	Guadeloupe.		1883		Acide.	51,19			
18		Id.		1883		Acide.	78,50			
19		Id.		1883		Acide.	88,86			
20	Delteil.	Ile de la Réunion.		1885			12,86			
21	Bonâme.	Guadeloupe.		1887			41,67			
22	Careto.	Java.		1887			69,16			
23	Crozat.	Espagne (Almeria).		1886	m.		17,47			
24		Id.		1887			20,88			
25	Leplay.	Espagne.	Défécation simple.	1887	m.	A 11° 2	39,21	22,40	23,62	46,02
26		Id.	Double carbonatation.	1887	m.	Neutre.	19,43	6,47	25,92	32,39
27		Indes angl. (Western).		1887	m. l.	A 21,6	159,74	126,40	66,68	193,08
28		Id. (Molasse).		»	m. l.	A 44,7	111,94	97,01	29,86	126,87
29		Id. (Jassery).		»	s.	Neutre.	28,06	26,36	3,40	29,76
30		Id. (Jimeri).		»	s.	A 29,7	113,86	99,00	29,72	128,72
31		Id. (Timery).		»	m. l.	A 11° 2	103,65	92,69	21,92	114,61
32		Id. (Soult).		»	s.	Neutre.	10,27	7,94	4,66	12,60
33		»	Prode (bouts de pain).	»	s.	Neutre.	3,82	2,23	3,18	5,41
34		Australie.		»	m.	A 12° 8	61,53	41,66	39,74	81,40
35		Demerara.		»	m.	A 15,5	69,64	43,19	73,90	117,09
36		Egypte.		»	m.	A 20°	92,22	48,11	88,22	136,33
37		»		»	m.	A 24,6	44,30	44,30	Traces.	44,30
38		Amérique (Bark-Sugar)		»	m.	A 4° 1	8,29	4,69	7,20	11,80

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DES ANALYSES DES MÉLASSES DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE CANNES AU POINT DE VUE DE LEURS CARACTÈRES DE FERMENTATION, D'ALCALINITÉ ET DE TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS DANS LES DIVERS PAYS ET PAR LES DIVERS PROCÉDÉS.

Les mélasses de fabriques de sucre de cannes, analysées dans le tableau ci-dessus, n° 23, sont au nombre de 38.

Elles peuvent se diviser en deux époques, l'une comprenant les mélasses produites de 1866 à 1876, l'autre les mélasses produites de 1883 à 1887.

Toutes ces mélasses contiennent des principes réducteurs.

Les analyses faites sur les mélasses de la première époque sont au nombre de 16.

Les moyens d'analyse employés sur ces mélasses se renferment exclusivement dans la constatation du sucre cristallisable et des principes réducteurs, désignés dans leur ensemble sous le nom d'incristallisable ou de glucose, excepté trois mélasses d'Égypte, analysées dans le laboratoire Dubrunfaut, dans lesquelles le dosage du glucose à l'état de sucre et à l'état de dérivés ont été dosés séparément.

La quantité de principes réducteurs contenus dans les 16 mélasses est, pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne 50,46.

Les trois analyses faites dans le laboratoire Dubrunfaut sur les mélasses d'Égypte, ne représentent qu'une seule mélasse produite en 1869 ; elle est légèrement alcaline.

Cette même mélasse, conservée au laboratoire dans un flacon bouché, a été analysée de nouveau en 1872, c'est-à-dire après trois années de conservation ; elle a été analysée de nouveau en 1876, c'est-à-dire après quatre nouvelles années.

Les principes réducteurs, composés de glucose à l'état

de sucre et à l'état de dérivés, ont été dosés séparément à chacune de ces trois époques ; les nombres obtenus se trouvent reproduits dans le tableau n° 23, sous les n°s 3, 4 et 5 ; il en résulte que la quantité de principes réducteurs, qui était au début, pour 100 grammes de sucre cristallisable :

En 1869, de.	41,08
était après trois années, soit en 1872. . . .	51,70
et après quatre nouvelles années, 1876. . .	76,82

Si l'on examine la composition de cette mélasse, au point de vue du glucose à l'état de sucre aux différentes époques de sa conservation, on trouve que la mélasse primitive, qui contenait pour 100 grammes de sucre cristallisable en glucose à l'état de sucre au début, soit :

En 1869.	30,54
en contenait en 1872.	40,19
et en 1876.	58,27

Il s'est donc transformé une grande quantité de sucre cristallisable en glucose-sucre pendant la conservation de la mélasse d'Égypte, malgré son alcalinité et successivement pendant les sept années de conservation en flacon bouché dans le laboratoire.

Pendant ce temps, les dérivés du glucose ramenés à 100 de sucre n'ont augmenté qu'en raison de la disparition du sucre cristallisable ; ces dérivés étaient au début, soit :

En 1869, de.	21,08
En 1872, de.	23,02
En 1876, de.	37,10

Enfin, la transformation du sucre cristallisable en glucose a été, dans la mélasse, pour 100 grammes de sucre cristallisable :

En 1869, de.	51,62
En 1872, de	63,21
En 1876, de.	95,37

D'après les observations de Dubrunfaut, « ces mélasses

« n'avaient subi aucun indice de fermentation, ni de « dégagement de gaz quelconque. Il y avait donc eu « formation de sucre incristallisable, et *cela n'a pu se « produire que par l'action d'un ferment* » (1).

Nous reviendrons dans la suite sur cette opinion.

La mélasse n° 1 du même tableau, venant de la Havane en 1866, également analysée dans le laboratoire Dubrunfaut, contenait en principes réducteurs 26,96 p. 100 de sucre cristallisable ; on a voulu vérifier si, malgré la quantité de principes réducteurs qu'elle contient, quoique considérée commercialement comme mélasse, elle était susceptible, étant recuite, de donner du sucre par cristallisation, et c'est en effet ce qui a eu lieu : la cristallisation en sucre a été abondante, et, analysée sous le n° 2, la quantité de principes réducteurs contenus dans la mélasse, résidu de cette cristallisation, s'en est trouvée augmentée pour 100 de sucre cristallisable de 26,96 à 39,52.

Il résulte de cette étude faite dans le laboratoire de Dubrunfaut, en 1866, que les mélasses de fabriques de sucre de cannes à cette époque, livrées au commerce comme mélasse, n'étaient pas complètement épuisées de sucre par cristallisation, et que, conservées à la température ordinaire en flacon fermé, le sucre cristallisable qu'elles contiennent se trouve successivement transformé en glucose (sucre).

Les 22 mélasses de la dernière époque, comprise entre les années 1883 à 1887, contiennent, comme les précédentes, toutes des principes réducteurs, soit, en moyenne, pour 100 de sucre cristallisable, 56,66.

Dans la période de 1866 à 1876, les principes réducteurs avaient été, en moyenne, de 50,46.

Il résulte de la comparaison de ces chiffres, que les principes réducteurs se trouvent, en moyenne, en quantité plus grande dans les mélasses de la période actuelle,

(1) *Journal des Fabricants de sucre*, du 3 octobre 1867. — *Le Sucre*, t. I, p. 197, année 1873.

1883 à 1887, que dans la première période de 1866 à 1876.

L'analyse chimique a été incomplète sur 8 mélasses de cette dernière période.

Ces 8 mélasses contenaient pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne, en principes réducteurs, 47,57.

Les 14 mélasses dans lesquelles l'analyse a été complète, c'est-à-dire dans lesquelles les principes réducteurs, le glucose à l'état de sucre, les dérivés et le sucre transformé ont été déterminés, ont donné pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne :

Principes réducteurs.	61,85
Glucose à l'état de sucre.	47,31
Dérivés du glucose.	29,85
Sucre transformé	77,17

Parmi ces 14 mélasses :

4 n'avaient aucune tendance à la fermentation.

Elles contenaient pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne :

Principes réducteurs.	39,00
Glucose à l'état de sucre.	33,88
Dérivés du glucose.	10,24
Sucre transformé.	44,12

3 avaient une légère tendance à la fermentation.

Elles contenaient pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne :

Principes réducteurs.	125,11
Glucose à l'état de sucre.	105,36
Dérivés du glucose.	39,48
Sucre transformé.	144,85

7 étaient en fermentation.

Elles contenaient pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne :

Principes réducteurs	47,80
Glucose à l'état de sucre.	30,11
Dérivés du glucose.	36,94
Sucre transformé.	67,04

Parmi les 14 mélasses sur lesquelles l'analyse chimique a été complète :

Aucune n'était alcaline ;
4 étaient neutres ;
10 étaient acides.

Les 4 neutres contenaient pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne :

Principes réducteurs.	15,39
Glucose à l'état de sucre.	10,75
Dérivés du glucose.	9,29
Sucre transformé.	20,04

Les 10 acides contenaient pour 100 de sucre cristallisable, en moyenne :

Principes réducteurs.	80,43
Glucose à l'état de sucre.	61,94
Dérivés du glucose.	38,08
Sucre transformé.	100,02

L'acidité pour 100 grammes de sucre cristallisable dans ces 10 mélasses était en degrés acidimétriques représentant, pour 100°, 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté (SO^3HO), de 195°,4.

Le sucre cristallisable détruit était de 1000 grammes, soit par degré d'acidité en sucre détruit, 5gr,11.

Il était utile de connaître s'il existait un rapport constant entre l'acidité et le sucre détruit.

En examinant le rapport de l'acide avec le sucre détruit dans chacune des dix mélasses, on trouve, dans la mélasse désignée :

Sous le n°	25	pour	1° d'acide	4gr,10
—	27		—	8gr,93
—	28		—	2gr,83
—	30		—	4gr,33
—	31		—	10gr,23
—	34		—	6gr,35
—	35		—	7gr,55

Sous le n° 36	pour 1° d'acide		6gr,81
—	37	—	1gr,80
—	38	—	2gr,87

D'après ces nombres, la quantité de sucre cristallisable transformé en glucose et en dérivés n'est donc pas en rapport avec la quantité d'acide développé.

Il résulte de l'examen qui vient d'être fait des quatorze mélasses, dans lesquelles l'analyse a été complète, que *toutes ces mélasses contiennent de grandes quantités de principes réducteurs à l'état de sucre et à l'état de dérivés représentant des quantités considérables de sucre cristallisable transformé en glucose, excepté une seule, le n°* 37, *qui ne contient pas de dérivés.*

Le glucose à l'état de sucre se trouve dans ces mélasses généralement en plus grande quantité que les dérivés.

Les dérivés ne pouvant exister que par suite de la destruction du glucose sous l'influence d'un alcali, et le jus de la canne n'étant pas alcalin et, au contraire, généralement acide, il faut admettre que ces dérivés du glucose se sont formés pendant la fabrication par l'addition d'une base susceptible d'agir sur le glucose ; cette base est évidemment la chaux dont l'analyse accuse de grandes quantités en combinaison saline.

Quatre de ces mélasses ne présentent pas les caractères de la fermentation, et cependant elles contenaient du glucose à l'état de sucre et des dérivés en grande quantité représentant en moyenne, en sucre transformé en glucose, 44,12.

Trois autres avaient une légère tendance à la fermentation. Elles contenaient en sucre transformé en glucose, en moyenne, 144,85, *tandis que les sept autres, qui étaient en pleine fermentation, n'en contenaient en moyenne que* 67,04.

La présence et la formation du glucose et des dérivés du glucose n'entraînent donc pas comme conséquence les caractères de la fermentation. La fermentation a donc

une cause particulière et distincte de la cause qui produit la transformation du sucre cristallisable en glucose. Ce fait, qui a déjà été établi dans un chapitre précédent, trouve une nouvelle confirmation par l'analyse des mélasses de fabriques de sucre de cannes. Les causes qui produisent ces deux altérations sont donc tout à fait différentes; l'une peut exister sans l'autre, et si, dans la fabrication du sucre de betteraves, la fermentation précède toujours la formation du glucose, il existe des cas, dans la fabrication du sucre de cannes, où le glucose existe et se forme en l'absence des caractères de fermentation caractérisée par la formation de la mousse pendant la dessiccation en couches minces.

Parmi ces quatorze mélasses, il n'existe pas de mélasses alcalines, quatre étaient neutres et dix acides. Les mélasses neutres contenaient en sucre transformé, en moyenne, 20,04, *tandis que les mélasses acides en contenaient, en moyenne,* 100,02.

Mais la comparaison du degré d'acidité avec la quantité de sucre transformé a fait reconnaître qu'il n'existe aucun rapport direct entre eux, et que la quantité de sucre transformé ne dépendait pas de la quantité d'acide développé.

§ 13.

DE L'ORIGINE DU GLUCOSE ET DES DÉRIVÉS DU GLUCOSE DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE CANNES.

Il a été établi dans le paragraphe précédent que toutes les mélasses des fabriques de sucre de cannes contenaient de grandes quantités de glucose à l'état de sucre.

Ce glucose peut avoir deux origines : il peut provenir de la matière employée dans la fabrication, c'est-à-dire de la canne, ou bien il a pu se former pendant les opérations de la fabrication.

J'examinerai successivement ces deux origines.

I.

DE LA PRÉSENCE DU GLUCOSE DANS LA CANNE.

La question de la préexistence ou de la non-préexistence du glucose dans la canne a une importance capitale dans l'étude des progrès à réaliser dans cette industrie. En effet si, comme dans la betterave, le glucose ne préexiste pas dans la canne, il devient possible d'en éviter la formation pendant les opérations de la fabrication par les moyens employés dans la fabrication du sucre de betteraves; si, au contraire, il préexiste, sa présence peut être un grand obstacle à l'emploi de ces mêmes moyens, et alors il faut en chercher d'autres.

Il a été rappelé dans le paragraphe précédent que M. E. Peligot avait conclu de ses expériences que la canne ne contenait que du sucre cristallisable. A cette époque (1840), les moyens de doser le glucose étaient assez imparfaits; le fait fut longuement controversé et la question put paraître douteuse pour le plus grand nombre.

En 1858, dans des études faites sur le sorgho sucré, cultivé dans le midi de la France, j'ai établi que le sucre cristallisable et le glucose existaient simultanément dans la tige de cette plante, et que le sucre cristallisable allait en augmentant et le glucose en diminuant à mesure que la graine approchait de sa maturité, au point qu'il ne restait que de très petites quantités de glucose dans la tige lorsque la graine arrivait en complète maturité (1).

En 1864, ces faits étaient confirmés par M. Joulie.

En 1865, le docteur Icery constatait le même fait sur la canne cultivée à l'île Maurice, que la canne contient du glucose à toutes les époques de sa végétation et que la quantité va en s'amoindrissant à mesure que la canne approche de sa maturité (2).

(1) H. Leplay, *Études chimiques sur le sorgho sucré*, Comptes rendus de l'Académie des sciences, mars 1858.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, année 1863.

En 1877, M. Félix Vendesmet confirmait les mêmes faits sur la canne à sucre cultivée à la Guadeloupe (1).

A la même époque (1877), M. Delteil faisait les mêmes constatations sur des cannes cultivées à la Réunion (2).

Depuis cette époque, tous les chimistes, au nombre desquels je citerai MM. Riffard, Bonâme, Rouff, Careto, Crozat, placés au milieu de cultures de cannes destinées à la fabrication du sucre, y ont toujours constaté par leurs analyses une quantité plus ou moins grande de glucose, quelle que soit la provenance de ces cannes (3).

J'ai reproduit dans le tableau n° 13 du chapitre XII quelques-unes des analyses faites par ces divers chimistes sur les cannes, telles qu'elles sont employées dans la fabrication du sucre (4) ; j'extrairai de ce tableau leur quotient glucosique, en regard de leur provenance, de l'époque où les analyses ont été faites, et du nom de leur auteur pour les grouper dans le tableau suivant n° 24.

(1) *Journal des Fabricants de sucre*, 18 juillet 1877.

(2) *Ibid.*, 11 juillet 1877.

(3) *La Sucrerie indigène et coloniale*, de 1881 à 1887.

(4) Les tableaux du chapitre XII n'ayant pas été complètement terminés par M. H. Leplay ne sont pas joints à cet ouvrage.

TABLEAU N° 24

RÉSUMANT LA COMPOSITION EN SUCRE CRISTALLISABLE, EN GLUCOSE
ET LE QUOTIENT GLUCOSIQUE SUCRE
DES CANNES ET DU JUS DE CANNES CULTIVÉES
DANS DIFFÉRENTS PAYS SELON L'ANALYSE DE DIVERS CHIMISTES.

TABLEAU N° 24

résumant la composition en sucre cristallisable, en glucose et le quotient glucosique sucre des cannes et du jus de cannes cultivées dans différents pays, selon l'analyse de divers chimistes.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
NUMÉRO D'ORDRE.	CHIMISTES analyseurs.	ORIGINE de la canne.	CARACTÈRES de la canne.	DATE de la récolte.	QUANTITÉ ANALYSÉE, canne ou jus.	SUCRE cris-tallisé.	GLUCOSE.	QUOTIENT glu-cosique sucre.
1	Dr Icery.	Ile Maurice.	Mêlées 14 mois.........	1865	Jus 100 grammes.......	16,70	0,30	1,79
2			Vierge 15 mois.........	1865	»	16,76	0,24	1,43
3			Mêlées................	1865	»	12,40	1,60	12,90
4			Bambou repousse.......	1865	»	17,30	0,20	1,15
5			Bambou vierge 15 mois..	»	»	16,70	0,30	1,79
6			Mêlées 18 mois.........	»	»	16,50	0,50	3,03
7			Mêlées 18 mois.........	»	»	12,80	1,20	9,37
8			Diard 1re repousse......	»	»	21,00	0,50	2,37
9			Vierge après pluies.....	»	»	14,00	0,50	3,57
10			Bellonguet repousse après pluies..............	»	»	13,70	1,30	9,48
11			Rouge bonne..........	»	»	18,072	0,167	0,92
12			Verte après pluie.......	»	»	14,297	0,282	1,97
13			Verte après pluie.......	»	»	17,420	0,308	1,76
14	F. Vendesmet.	Guadeloupe.	Rouge................	1877	Pour 100 grammes......	16,177	0,132	0,81

15			Moyenne	1877	Pour 100 grammes	15,167	0,266	1,75
16			Rouge grêle	»	Cannes venues dans de bonnes conditions	16,088	0,141	0,87
17			Moyenne	»	Cannes venues dans de bonnes conditions	15,880	0,279	1,75
18			1er rejeton	»	Cannes venues dans de bonnes conditions	15,635	0,180	1,15
19			Moyenne bouts blancs	»	Cannes venues dans de mauvaises conditions	12,045	0,297	2,46
20			Nouvelle végétation	»	Cannes venues dans de mauvaises conditions	13,590	0,675	4,97
21			Nouvelle végétation	»	Cannes venues dans de mauvaises conditions	12,551	0,665	5,29
22			Moyenne végétation après fortes pluies	»	»	12,487	0,660	5,27
23			Moyenne végétation après fortes pluies	»	»	9,341	0,666	7,12
24			Végétation après fortes pluies	»	Pour 100 grammes de cannes venues dans de mauvaises conditions	9,755	1,179	12,08
25			Végétation après fortes pluies	»	Pour 100 grammes de cannes venues dans de mauvaises conditions	8,182	1,753	21,42
26	Delteil.	Ile de la Réunion.	Après 20 mois	1885	»	19,088	0,070	0,35
27			»	»	»	21,03	0,200	0,95
28			Mûres	»	»	20,05	0,070	0,39
29			Mûres	»	»	18,58	0,100	0,53
30			Mûres	»	»	18,40	0,200	1,08
31			Mûres	»	»	18,25	0,280	1,53
32			Mûres	»	»	18,67	0,890	4,76
33	E. Riffard.	Indes.	Moyennes	»	»	10,63	2,640	24,83
34		Madras.	»	»	»	13,31	1,510	11,34
35		Aska.	»	»	»	13,37	1,540	11,51
36			Choisies	»	»	9,49	2,430	25,60
37			»	»	»	13,64	0,730	5,39
38			»	»	»	13,85	0,710	5,12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
NUMÉRO D'ORDRE.	CHIMISTES analyseurs.	ORIGINE de la canne.	CARACTÈRES de la canne.	DATE de la récolte.	QUANTITÉ, ANALYSE, canne ou jus.	SUCRE cristallisé.	GLUCOSE.	QUOTIENT glucosique sucre.
39	Bonâme.	Guadeloupe.	Moyenne d'années.......	1886	»	15,00	0,700	4,66
40	Careto.	Java.	Moyenne de 37 cannes...	1886	»	13,91	0,750	5,39
41	Crozat.	Espagne.	Canne d'une année......	1886	Pour 100cc de jus.......	10,108	1,710	16,91
42			»	Mars.	Pour 100cc de jus.......	11,712	0,733	6,25
43			»	»	»	13,333	1,140	8,55
44			»	»	»	12,312	1,026	8,33
45			»	»	»	14,272	0,733	5,13
46			»	»	»	13,640	1,090	7,99
47			Cannes de 2 ans.........	»	»	14,515	0,300	2,06
48			»	»	»	18,419	0,570	3,09
49			»	»	»	14,774	0,733	4,96
50	Crozat.	Espagne.	Canne d'une année......	1887	»	11,29	1,00	8,85
51			»	Mars.	»	10,74	0,95	8,84
52			»	»	»	10,51	0,63	5,99
53			»	»	»	12,26	0,75	6,11
54			»	»	»	13,07	1,03	7,42
55			»	»	»	13,77	1,24	9,00
56			»	»	»	9,97	1,58	15,84

57			»	»	»	12,36	0,70	5,70
58			»	»	»	11,47	1,54	13,42
59			»	»	»	11,68	0,69	5,90
60			»	»	»	9,36	1,35	14,42
			Moyenne de la récolte. . .	1886	»	13,676	0,893	6,52
			«	1887	»	11,480	1,04	9,05

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE DES CANNES CULTIVÉES DANS DIVERS PAYS AU POINT DE VUE DU SUCRE CRISTALLISABLE ET DU GLUCOSE A L'ÉTAT DE SUCRE QU'ELLES CONTIENNENT.

Les analyses dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessus sont au nombre de 60; les unes ont été faites sur des cannes isolées, d'autres sur des moyennes de cannes entrées en fabrication, d'autres sur les jus de la canne extraits pour la fabrication du sucre.

Les cannes ou jus de cannes analysés se répartissent ainsi :

1865.	Ile Maurice.	13	analyses.
1877.	Guadeloupe..	12	—
1885.	Ile de la Réunion. . . .	7	—
1885.	Indes, Madras.	6	—
1886.	Guadeloupe (moyenne). .	1	—
1886.	Java (moyenne de 37). .	1	—
1886.	Espagne.	9	—
1887.	Espagne.	11	—

Ces analyses ont constaté la présence du glucose en quantités très variables dans toutes les cannes de toute origine et de chaque pays.

Leur richesse en sucre cristallisable est également très variable dans les mêmes conditions.

Les cannes de l'île Maurice ont donné à l'analyse (moyenne de 13 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100 de jus.	15,97
Glucose pour 100 de jus.	0,569
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	3,562

Les cannes de la Guadeloupe 1877 ont donné (moyenne de 12 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100 de cannes.. .	13,074
Glucose pour 100 de cannes.	0,574
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	4,39

Les cannes de l'île de la Réunion ont donné (moyenne de 7 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100 gr. de cannes.	19,26
Glucose pour 100 gr. de cannes.	0,258
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	1,339

Les cannes de Madras ont donné (moyenne de 6 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100 gr. de cannes.	12,381
Glucose pour 100 gr. de cannes.	1,593
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	12,866

Les cannes de la Guadeloupe 1886 ont donné (moyenne d'année) :

Sucre cristallisable pour 100 gr. de cannes.	15,00
Glucose pour 100 gr. de cannes.	0,70
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	4,66

Les cannes de Java ont donné (moyenne de 37 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100 gr. de cannes.	13,91
Glucose pour 100 gr. de cannes.	0,75
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	5,39

Les cannes d'Espagne 1886 ont donné (moyenne de 9 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100 gr. de cannes.	13,676
Glucose pour 100 gr. de cannes.	0,892
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	6,522

Les cannes d'Espagne 1887 ont donné (moyenne de 11 analyses) :

Sucre cristallisable pour 100^{cc} de jus. . . .	11,498
Glucose pour 100^{cc} de jus.	1,041
Glucose pour 100 de sucre cristallisable. .	9,053

III.

COMPARAISON DES CANNES CULTIVÉES DANS DIVERS PAYS SOUS LE RAPPORT DU SUCRE CRISTALLISABLE ET DU GLUCOSE QU'ELLES CONTIENNENT CONSIDÉRÉES DANS LEUR ENSEMBLE POUR TOUS LES PAYS ET POUR CHAQUE PAYS.

Les 60 analyses rapportées dans le tableau ci-dessus nº 24 ont porté, pour les cannes récoltées à l'île Maurice, sur 100 de jus en poids; à la Guadeloupe, à la Réunion, à Madras, à Java, sur 100 de cannes en poids; en Espagne, sur 100 centimètres cubes en volume.

Pour obtenir des nombres comparables entre eux, il faut ramener à 100 de cannes en poids les nombres obtenus dans les analyses de l'île Maurice et d'Espagne qui ont porté sur le jus. Il suffit pour cela de réduire de 10 pour 100 les nombres obtenus dans ces analyses, de l'île Maurice, se basant sur ce fait que la canne en moyenne contient 90 pour 100 de jus et 10 pour 100 de ligneux, et de 12 pour 100 pour les cannes d'Espagne, dont les analyses ont porté sur 100 centimètres cubes de jus.

Ces nombres, comparés entre eux, peuvent établir la supériorité relative de chaque pays pour la production de la canne la plus riche en sucre, la moins riche en glucose par rapport à 100 de cannes en poids et par rapport à 100 de sucre cristallisable.

Le tableau suivant nº 25 représente chacun de ces pays groupés dans l'ordre de production des cannes les plus riches en sucre cristallisable, ainsi que le glucose par rapport à 100 en poids de la canne et à 100 en poids du sucre cristallisable.

TABLEAU N° 25

groupant les différents pays dans l'ordre de leur supériorité comme production de la canne la plus riche en sucre cristallisable.

1	2	3	4	5
N° D'ORDRE.	PROVENANCES.	SUCRE cristallisable pour 100 de cannes.	GLUCOSE pour 100 de cannes.	GLUCOSE pour 100 de sucre cristallisable.
1	Ile de la Réunion	19,260	0,258	1,339
2	Guadeloupe, 1886	15,000	0,700	4,660
3	Ile Maurice	14,370	0,512	3,562
4	Java	13,910	0,750	5,390
5	Guadeloupe, 1877	13,074	0,574	4,390
6	Indes, Madras	12,381	1,593	12,866
7	Espagne, 1886	12,537	0,818	6,522
8	Espagne, 1887	10,540	0,955	9,060

1° *En ce qui concerne la richesse de la canne en sucre cristallisable.*

Il résulte des nombres groupés dans ce tableau que la canne, considérée dans l'ensemble des pays de production au nombre de six, comprenant l'île de la Réunion, la Guadeloupe, l'île Maurice, Java, Madras et l'Espagne, contient en moyenne, pour **100** de cannes en poids :

En sucre cristallisable. **13,884**
En glucose. **0,770**
En glucose, pour **100** de sucre cristallisable. **5,973**

Cette moyenne générale se compose de moyennes supérieures représentées par les cannes cultivées dans :

L'île de la Réunion, pour une richesse en sucre moyenne de (pour 100). **19,26**
La Guadeloupe **1886**, par. **15,00**
L'île Maurice, par. **14,37**
Java, par. **13,91**

et de moyennes inférieures cultivées :

A la Guadeloupe en 1877, représentées par.	13,074
Aux Indes, Madras, représentées par. . .	12,381
Espagne en 1886, représentées par. . . .	12,537
Espagne en 1887, représentées par. . . .	10,540

Ainsi l'écart dans la richesse saccharine de la canne est entre la plus riche et la moins riche :

Pour le maximum, l'île de la Réunion. . .	19,26
Pour le minimum, l'Espagne.	10,54

2° *En ce qui concerne la richesse de la canne en glucose.*

La moyenne générale de la quantité de glucose contenue dans les cannes de tous les pays réunis est de 0,770 pour 100 de cannes en poids.

Les pays qui produisent la canne avec une quantité de glucose au-dessous de la moyenne sont, pour 100 de canne en poids, dans l'ordre suivant comme minimum, en première ligne :

L'île de la Réunion, représentée par.	0,258
L'île Maurice, représentée par. . . .	0,512
La Guadeloupe 1877, représentée par.	0,574
La Guadeloupe 1886, représentée par.	0,700

Les pays qui produisent les cannes avec le maximum de glucose sont :

Java, représenté par.	0,750
Espagne 1886, représentée par. . . .	0,818
Espagne 1887, représentée par. . . .	0,955
Indes, Madras, représentés par. . . .	1,593

Il semble résulter de ces chiffres que les cannes les plus riches en sucre sont celles qui contiennent le moins de glucose.

3° *En ce qui concerne le rapport du glucose à* 100 *de sucre cristallisable.*

La moyenne de la totalité des cannes de tous les pays est de 5,973 de glucose pour 100 de sucre.

Les pays qui produisent les cannes donnant le rapport du glucose à 100 de sucre cristallisable au-dessous de cette moyenne sont, en première ligne :

L'île de la Réunion, représentée par.	1,339
L'île Maurice, représentée par. . . .	3,562
La Guadeloupe 1877, représentée par.	4,390
La Guadeloupe 1886, représentée par.	4,660
Java, représenté par.	5,390

Les pays au-dessus de la moyenne sont :

L'Espagne 1886, représentée par. . .	6,522
L'Espagne 1887, représentée par. . .	9,060
Indes, Madras, représentés par. . . .	12,866

Quelles sont les causes d'aussi grands écarts entre le sucre cristallisable contenu dans les cannes pour 100 en poids, le glucose contenu dans les cannes pour 100 en poids, le glucose rapporté à 100 de sucre cristallisable? Quelles sont les influences qui contribuent à ces écarts?

L'étude de la richesse en sucre cristallisable et en glucose des cannes provenant de chaque pays en particulier doit contribuer à éclairer ces questions.

IV.

EXAMEN DES VARIATIONS DANS LA RICHESSE EN SUCRE CRISTALLISABLE ET EN GLUCOSE DES CANNES RÉCOLTÉES DANS CHACUN DES PAYS INDIQUÉS CI-DESSUS.

1° *Cannes récoltées dans l'île de la Réunion en* 1885.

On a vu dans le paragraphe précédent que c'est l'île de la Réunion qui produit les cannes les plus riches en sucre cristallisable d'après les analyses ci-dessus.

La richesse saccharine moyenne des cannes récoltées à l'île de la Réunion est de 19,26.

Cette moyenne se compose de cannes s'écartant peu de la moyenne, soit :

En maxima.	21,03
En minima.	18,25

Ces cannes ont été cultivées par la station agronomique de l'île de la Réunion ; elles ont été récoltées après vingt mois de végétation en pleine maturité. Elles représentent sept variétés différentes, toutes employées dans le pays.

Les conditions dans lesquelles elles ont été cultivées et récoltées peuvent paraître exceptionnelles et ne pas représenter la moyenne des cannes telles qu'elles sont livrées à la fabrique de sucre ; mais elles témoignent au moins du degré de richesse saccharine que peuvent atteindre les cannes à l'île de la Réunion avec des soins suffisants (1).

Ces cannes ne sont pas seulement remarquables par leur richesse en sucre cristallisable, mais également par le peu de glucose qu'elles contiennent ; la moyenne de glucose est de 0,258, mais elle se compose de nombres présentant d'assez grands écarts oscillant entre un minima de 0,07 et un maxima de 0,89.

Le glucose rapporté à 100 de sucre cristallisable donne :

Comme moyenne.	1,339
Comme minima.	0,35
Comme maxima.	4,76

M. Delteil, chimiste, directeur de la station agronomique de l'île de la Réunion, qui a fait ces essais, a en outre cultivé six autres variétés de cannes qui ne sont pas cultivées dans le pays, et, à cause de cette circonstance, elles ne figurent pas dans le tableau ci-dessus n° 24 ;

(1) M. Siere de Fontbrune établit, pour la canne industrielle à l'île de la Réunion, la composition moyenne suivante pour l'année 1874 :

Sucre cristallisable.	15,56 p. 100
Glucose.	0,54 —

(Bonâme, *Culture de la canne à sucre à la Guadeloupe*, p. 197, année 1887.)

mais il est utile d'en reproduire ici les analyses à cause de l'intérêt qu'elles présentent dans la question posée dans ce paragraphe.

TABLEAU N° 26

donnant les résultats de l'analyse des variétés de cannes cultivées par M. Delteil comme expérience à la station agronomique de l'île de la Réunion (1).

1	2	3	4	5
N° D'ORDRE.	VARIÉTÉS DE LA CANNE.	SUCRE cristallisable pour 100 de cannes.	GLUCOSE pour 100 de cannes.	GLUCOSE pour 100 de sucre cristallisable.
1	Scavanjerie	19,16	0,29	1,51
2	Diard	13,32	1,44	10,81
3	Reine rouge	12,95	1,48	11,42
4	Eléphant	13,24	1,48	11,17
5	Tsiambo	18,28	1,01	5,67
6	Ribonne	14,13	0,67	4,74

Ces six variétés de cannes ont donné en moyenne pour 100 en poids en sucre cristallisable. 15,18

Les variétés de cannes cultivées ordinairement dans le pays avaient donné en moyenne. 19,26

Il y a donc une différence, dans la richesse en sucre en faveur des variétés de cannes cultivées dans le pays, de 4,08.

La différence est beaucoup plus grande lorsqu'on examine les nombres composant cette moyenne, surtout comme minima.

Les variétés du pays donnent, comme minima. 18,25

Les variétés étrangères au pays donnent, comme minima. 12,95

(1) A. Delteil, *La canne à sucre*, brochure, p. 21, année 1885.

soit une différence en moins pour les variétés étrangères de. 5,30

Il en est de même pour le glucose.

La moyenne fournie par les variétés du pays est de. 0,258

La moyenne fournie par les variétés étrangères est de. 1,066

Avec un minima de glucose dans les variétés du pays de. 0,07

Avec un minima de glucose dans les variétés étrangères de. 0,29

Avec un maximum de glucose dans les variétés du pays de. 0,89

Avec un maximum de glucose dans les variétés étrangères de. 1,48

Enfin, en ramenant la quantité de glucose à 100 de sucre cristallisable, on trouve en moyenne :

Pour les variétés du pays. 1,339

Pour les variétés étrangères. 7,553

Avec un minimum pour les variétés du pays de. 0,35

Avec un minimum pour les variétés étrangères de. 1,51

Avec un maximum pour les variétés du pays de. 4,76

Avec un maximum pour les variétés étrangères de. 11,42

A quelles influences doivent être attribuées d'aussi grandes différences entre des cannes cultivées dans le même pays, sous les mêmes influences de climat, de culture, de durée de la végétation?

La seule conclusion que l'on puisse tirer de cette comparaison est que ces différences doivent être attribuées exclusivement à la variété de la canne.

2° *Examen des cannes récoltées à la Guadeloupe en* 1886.

D'après M. Bonâme, la canne industrielle à la Guadeloupe contient, suivant les années et les localités :

En sucre cristallisable, de 12 à 18 pour 100 ; en sucre incristallisable (glucose), de 0,40 à 1,25.

Il en déduit la moyenne portée dans le tableau n° 24 sous le n° 39.

En sucre cristallisable.	15,00	pour 100
En glucose.	0,70	—
Soit en glucose pour 100 de sucre cristallisable.	4,66	—

Cette composition se rapprocherait de celle donnée en 1874 par M. Siéré de Fontbrune comme moyenne de la canne industrielle de l'île de la Réunion.

3° *Examen des cannes récoltées à l'île Maurice en* 1865.

D'après les analyses du docteur Icery faites sur le jus de la canne ramené à 100 de cannes en poids, les cannes récoltées à l'île Maurice entrant en fabrication de sucre contenaient en sucre cristallisable en moyenne pour 100 de cannes en poids, 14,37.

Cette moyenne se compose de nombres oscillant entre un maxima de. 21,00
et un nombre minima de. 12,40

Il résulte de ces nombres que l'île Maurice peut produire des cannes ayant une richesse saccharine égale à celles des cannes les plus riches en sucre de l'île de la Réunion, prises pour type de production les plus riches en sucre, et que ce qui fait tomber la moyenne plus bas qu'à la Réunion, ce sont les cannes d'une richesse en sucre inférieure qui s'abaisse jusqu'à 12,40, minimum bien inférieur à celui des cannes cultivées à la Réunion

et se rapprochant de celui des cannes récoltées à la Guadeloupe.

En ce qui concerne le glucose, la moyenne de 0,512 oscille entre un maximum de glucose par rapport à 100 de cannes en poids de 1,60 et un minimum de 0,20, et en glucose pour 100 de sucre cristallisable entre un maximum de 12,90 et un minimum de 0,92.

Ces nombres sont supérieurs à ceux obtenus des cannes récoltées à l'île de la Réunion en 1885 et à la Guadeloupe en 1886, et indiquent une infériorité de l'île Maurice sur ces deux pays au point de vue de la quantité de glucose qui doit être considérée comme une impureté.

4° *Examen des cannes récoltées à Java en* 1886.

D'après l'examen résumé dans le tableau n° 25 ci-dessus, les cannes récoltées à Java occuperaient le quatrième rang, aussi bien au point de vue de la réduction de leur richesse moyenne en sucre cristallisable, prise comme supériorité, et de l'augmentation du glucose, pris comme infériorité; mais les éléments nous manquent pour apprécier la valeur maxima et minima dont se composent ces moyennes représentées pour 100 de cannes en poids.

Pour le sucre cristallisable, par. 13,91
Pour le glucose, par. 0,750
Et pour le glucose pour 100 de sucre, par. 5,390

5° *Examen des cannes récoltées à la Guadeloupe en* 1877.

D'après les analyses de M. Félix Vendesmet, les cannes récoltées à la Guadeloupe en 1877 prises dans leur ensemble contiennent en moyenne en sucre cristallisable pour 100 de cannes en poids 13,07, oscillant entre un nombre maxima de 16,177 et de 8,182.

Si l'on compare ces nombres avec ceux fournis par les analyses de M. Bonâme en 1886 en sucre cristallisable

de 15,00, on est conduit à admettre que la richesse saccharine de la canne à la Guadeloupe s'est très sensiblement améliorée depuis 1877.

Mais M. Félix Vendesmet a eu soin de tenir compte des conditions dans lesquelles ces cannes ont été récoltées et de les partager en deux groupes : l'un composé de cannes récoltées dans de bonnes conditions, l'autre composé de cannes après fortes pluies, pendant une nouvelle végétation, etc.; si l'on réunit dans chaque groupe les nombres fournis par les analyses de Félix Vendesmet, on trouve, pour les cannes récoltées dans de bonnes conditions, une moyenne de richesse saccharine pour 100 de cannes en poids 15,789
Avec des nombres maxima de. 16,177
Avec des nombres minima de. 15,167

Et pour les cannes récoltées dans de mauvaises conditions, une moyenne de. 11,13
Avec des nombres maxima de. 13,590
Avec des nombres minima de. 8,182

On voit par ces nombres que la moyenne de la richesse en sucre des cannes de la Guadeloupe prises dans leur généralité, qui n'était que de 13,07, devient, en éliminant les cannes récoltées dans de mauvaises conditions, 15,78, et que cette moyenne se trouve composée de cannes ne présentant que de faibles écarts dans leur richesse saccharine ne s'élevant pas, en plus ou en moins de la richesse saccharine moyenne, de 1 pour 100.

Dans les cannes récoltées dans de mauvaises conditions, la richesse moyenne en sucre n'est plus que de 11,13 pour 100, et s'est abaissée de plus de 4,5 pour 100 avec des écarts en plus ou en moins de la moyenne de plus de 2,50.

Ces analyses établissent que la canne peut éprouver, au moment de sa récolte, des variations dans sa richesse saccharine sous certaines influences qui peuvent diminuer dans de grandes proportions la valeur initiale du pays pour la production d'une canne riche en sucre au maxi-

mum, influences dont il faut tenir compte au point de vue de la valeur des cannes entrant en fabrication.

Ces influences sont particulièrement de fortes pluies et une deuxième végétation au moment de la récolte; ces mêmes influences se font également sentir pour la betterave, et les mêmes effets se produisent, mais moins sensibles que dans la végétation de la canne.

Si l'on étudie les mêmes influences au point de vue du glucose contenu dans la canne, on trouve que la quantité moyenne de glucose, qui était, pour 100 de cannes en poids dans l'ensemble des cannes. 0,574
en glucose pour 100 de sucre cristallisable. . 4,390
se trouve être, dans les cannes récoltées dans de bonnes conditions pour 100 de cannes en moyenne, de. 0,199
et pour 100 de sucre cristallisable, de. . . . 1,266
Tandis que dans les cannes récoltées dans de mauvaises conditions le glucose s'y trouve en moyenne, pour 100 de cannes, à. 0,842
et en moyenne, pour 100 de sucre cristallisable. 8,372

On voit par ces nombres l'influence considérable des pluies et d'une nouvelle végétation sur la qualité de la canne récoltée dans ces conditions, c'est-à-dire sur la réduction de la richesse saccharine et sur l'augmentation de la quantité de glucose.

6° *Examen des cannes récoltées dans l'Inde anglaise (Madras, Aska) en* 1885.

Les cannes récoltées à Aska, aux environs de Madras, viennent au sixième rang comme richesse en sucre.

D'après les analyses de M. Riffard, elles contiennent en moyenne pour 100 de cannes en poids en sucre cristallisable. 12,381

Cette moyenne se compose de nombres oscillant entre un maximum de. 13,85
et un minimum de. 9,49

M. Riffard a également partagé les cannes qu'il a examinées en deux groupes, désignés : le premier groupe sous le nom de moyennes, le second groupe sous le nom de choisies.

Les cannes moyennes ont donné en moyenne pour 100 de cannes en poids, en sucre cristallisable.. . 12,43
oscillant entre un maximum de.. 13,37
et un minimum de. 10,63

Les cannes choisies ont donné pour moyenne. 12,32
pour maximum. 13,85
pour minimum.. 9,49

Il résulte de la comparaison de ces nombres que la richesse saccharine entre les cannes moyennes et les cannes choisies ne diffèrent pas sensiblement et que les cannes récoltées dans l'Inde, près de Madras en 1885, présentent une richesse en sucre cristallisable uniformément très inférieure aux cannes récoltées à l'île de la Réunion, à l'île Maurice, à la Guadeloupe en 1876 et en 1886, et même très inférieures à celles de Java.

Examinées au point de vue du glucose qu'elles contiennent, on trouve pour 100 de cannes en poids, en moyenne glucose, 1,593.

Ces moyennes oscillent, pour 100 de cannes en poids entre le nombre maximum, de. 2,64
et le nombre minimum, de. 0,71

Par rapport à 100 de sucre cristallisable, glucose en moyenne. 12,866
oscillant entre un maximum de. 25,60
et un minimum de. 5,12

Il est à remarquer que les cannes moyennes contiennent en moyenne plus de glucose par rapport à 100 de sucre cristallisable que les cannes choisies dans la proportion :

Pour les moyennes, de. 15,89
Pour les choisies, de. 12,03

Ainsi donc, la quantité de glucose contenue dans les

cannes récoltées aux environs de Madras est considérable, et ces cannes conservent la même infériorité ponr le glucose que pour le sucre cristallisable sur toutes les cannes précédemment étudiées.

7° *et* 8° *Examen des cannes récoltées en Espagne dans les campagnes de* 1886 *et* 1887 *dans la sucrerie l'Ingenio Monserrat, à Almeria.*

Les analyses de M. Crozat ont porté sur le jus de la canne arrivant en fabrication pendant la campagne de 1886 et celle de 1887 dans la sucrerie l'Ingenio Monserrat.

Chaque analyse représente la moyenne des cannes provenant d'un même champ. Ces analyses ont été faites sur le jus, mais les nombres obtenus, pour être comparables aux analyses faites sur les cannes dans les autres pays, ont été ramenés à 100 de cannes en poids.

Les cannes travaillées dans la campagne de 1886 ont été récoltées, les unes après une année, d'autres après deux années de végétation.

Les cannes travaillées dans la campagne de 1887 ont été toutes récoltées après une seule année de végétation. Ces différences bien tranchées dans la durée de la végétation permettront de reconnaître par l'analyse l'influence de la durée de la végétation sur la richesse de la canne en sucre cristallisable et en glucose.

Les cannes de la récolte de 1886, prises dans leur généralité, contiennent en moyenne pour 100 de cannes en poids en sucre cristallisable 12,537.

Cette moyenne se compose de nombres oscillant entre
un maximum de. 18,419
et un minimum de. 10,108

Si l'on sépare les cannes de la récolte de 1886 en deux groupes, l'un composé de cannes récoltées après une année de végétation, et l'autre après deux années, on trouve pour les cannes, après une année de végétation,

une moyenne en sucre cristallisable pour **100** de cannes en poids. **12,546**
oscillant entre un maximum de. **14,272**
et un minimum de. **10,108**

Et pour les cannes de deux années de végétation, une moyenne de. **15,90**
oscillant entre un maximum de. **18,419**
et un minimum de. **14,515**

La moyenne de la richesse en sucre de la canne de seconde année pour **100** de cannes en poids est donc, par rapport aux cannes de première année :

En moyenne, plus élevée de plus de **3** pour **100**.
En maximum, plus élevée de plus de **4** pour **100**.
Et en minimum, plus élevée de plus de **4** pour **100**.

Ces cannes de la récolte de l'année **1886**, examinées au point de vue du glucose par rapport à **100** de cannes en poids, donnent comme moyenne de glucose des cannes dans leur ensemble. 0,818
oscillant entre un nombre maximum de. . . 1,710
et un nombre minimum de. 0,300

Pour les cannes récoltées après une année de végétation, la moyenne était de. 1,072
oscillant entre un nombre maximum de. . . 1,710
et un nombre minimum de. 0.733

Pour les cannes récoltées après deux années, la moyenne était de. 0,534
avec un maximum de. 0,733
et un minimum de. 0,300

En ramenant le glucose à **100** de sucre cristallisable, la moyenne se trouve, pour les cannes ayant une année, de 8,86
tandis qu'elle n'est, dans les cannes de deux années, que de. 3,37

Ces nombres établissent une grande supériorité de la

canne récoltée après deux années, sur la canne récoltée après une année, quoique ayant végété toutes les deux dans les mêmes conditions, au point de vue de la plus grande quantité de sucre cristallisable et de la moins grande quantité de glucose qu'elles contiennent.

Les cannes récoltées pour la campagne de 1887, n'ayant qu'une seule année de végétation, viennent tout à fait confirmer, par leur composition, ces mêmes conclusions.

Leur richesse moyenne en sucre cristallisable est de. 10,54
avec des nombres maxima de. 13,77
et des nombres minima de. 9,36

Ces nombres sont même inférieurs à ceux fournis par les cannes d'une année de la récolte de 1886. Il en est de même du glucose, soit par rapport à 100 de cannes en poids, qui est en moyenne de. 0,955
et pour 100 de sucre cristallisable. 9,060
avec des nombres maximum de. 15,84
et minimum de. 5,70

Les cannes récoltées en Espagne d'après ces nombres sont donc les plus inférieures de celles de tous les pays examinés ci-dessus; elles se rapprochent de celles récoltées dans les environs de Madras.

Les cannes récoltées après deux années de végétation leur sont bien supérieures; elle se rapprochent même de la qualité des cannes récoltées à la Guadeloupe et à l'île Maurice; l'on peut même admettre, d'après ces analyses, que la canne, après deux années de végétation, peut arriver, en Espagne, à une richesse saccharine de plus de 18 pour 100 (soit 18,419).

Ces nombres permettent de penser qu'il peut être apporté de grandes améliorations dans la culture de la canne en Espagne, au point de vue de l'augmentation du sucre cristallisable et de la réduction du glucose.

Il résulte de cette étude comparée de la richesse en

sucre cristallisable et en glucose dans les divers pays où ont végété et ont été récoltées les cannes dont les analyses ont été résumées dans le tableau n° 24, à part les conclusions afférentes à chaque pays, *que la canne cultivée dans les pays et les conditions de culture les plus favorables à sa végétation peut acquérir une richesse en sucre cristallisable s'élevant à* 21 *pour* 100 *du poids de la canne.*

Que les conditions les plus favorables au développement du sucre cristallisable sont précisément les conditions les moins favorables au développement du glucose.

Qu'il ne paraît pas exister de cannes sans la présence du glucose, mais que cette quantité peut être réduite à 0,07 *pour* 100 *du poids de la canne et à* 0,35 *pour* 100 *de sucre cristallisable.*

Que l'influence qui paraît la plus dominante dans la production de la canne de qualité supérieure paraît être la variété.

Que le climat et les influences atmosphériques paraissent également y contribuer puissamment.

Que les pluies, au moment de la récolte et la reprise d'une nouvelle végétation qui en est la conséquence, contribuent dans une large mesure à diminuer la richesse en sucre de la canne et à augmenter la quantité de glucose.

Que la durée de végétation de la canne paraît également jouer un rôle important dans l'augmentation de la quantité de sucre cristallisable et la réduction du glucose.

Ces faits généraux établissent qu'il existe dans les cannes de grandes variations dans les quantités de sucre cristallisable et de glucose qu'elles contiennent, et que le glucose contenu dans les mélasses des fabriques de sucre de cannes doit provenir, en tout ou en partie, de la canne elle-même entrant en fabrication.

§ 14.

DE LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE PENDANT LES OPÉRATIONS DE LA FABRICATION.

Les questions posées à la fin du paragraphe précédent obligent à examiner si tout le glucose contenu dans la mélasse provient exclusivement de la canne : en d'autres termes, s'il se transforme du sucre cristallisable en glucose pendant les opérations de la fabrication.

En présence des variations considérables des quantités de glucose contenues dans la canne, cette question est difficile à résoudre d'une manière très précise.

M. le docteur Icery a étudié les produits en cours de travail, depuis le jus entrant en fabrication jusqu'à la mélasse provenant de cannes arrivées en complète maturité récoltées en 1865 à l'île Maurice ; il a dosé le sucre cristallisable et le glucose :

1° Sur le jus immédiatement après la défécation ;
2° Sur le jus évaporé jusqu'à 22° Baumé ;
3° Sur le sirop après l'extraction du sucre de premier jet ;
4° Sur le sirop après l'extraction du sucre de deuxième jet ;
5° Sur le sirop, c'est-à-dire sur la mélasse après l'extraction du sucre de troisième jet.

Les sirops, pour en faire l'analyse, ont été étendus d'eau et ramenés au même degré de densité que le jus à son entrée en fabrication et à la même température, soit à la densité de 1071 à 25°.

Les caractères de neutralité et d'acidité ont également été notés. Le jus dans la canne était légèrement acide ; tous les autres produits en travail sont restés neutres jusqu'à la mélasse.

Les nombres obtenus par M. le docteur Icery se

trouvent résumés dans le tableau suivant, auquel il a été ajouté une colonne spéciale ramenant la quantité de glucose à 100 de sucre cristallisable.

TABLEAU N° 27

résumant la composition en sucre cristallisable et en glucose des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de cannes, d'après les analyses du Dr Icery à l'île Maurice en 1865.

1	2	3	4	5
N° D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES PRODUITS RAMENÉS A LA DENSITÉ DE 1071.	SUCRE cristallisable pour 100.	SUCRE incristallisable pour 100.	GLUCOSE pour 100 de sucre cristallisable.
1	Vesou après la séparation des écumes..	16,40	0,30	1,829
2	Sirop fourni par le vesou ci-dessus concentré à 22° Baumé..............	15,80	0,70	4,430
3	Sirop provenant du précédent après extraction du sucre de 1er jet.........	12,20	1,50	12,295
4	Sirop provenant du précédent après extraction du sucre de 2e jet..........	9,80	2,70	27,55
5	Mélasse provenant du précédent après extraction du sucre de 3e jet........	8,30	3,10	37,34

I.

EXAMEN DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN TRAVAIL DANS LA FABRICATION DU SUCRE DE CANNES A L'ILE MAURICE.

L'examen du glucose contenu pour 100 de sucre cristallisable dans le jus primitif entrant en fabrication et le même jus évaporé jusqu'à 22° Baume établit que, pendant cette évaporation, il s'est formé du glucose. En effet, il n'existait dans le jus avant l'évaporation pour 100 de sucre cristallisable que 2,040 de glucose, tandis que le même jus évaporé jusqu'à 22° Baumé en contenait 5,060. Il s'en était donc formé aux dépens du sucre cristallisable 2,986 pour 100.

Il ne paraît plus possible de suivre dans les opérations suivantes les quantités de sucre cristallisable qui se transforment en glucose, car à chaque cristallisation une certaine quantité de sucre se trouve éliminée des sirops, et il en résulte inévitablement que le glucose existant s'accumulant dans le produit liquide provenant de chaque cristallisation doit se trouver dans un rapport beaucoup plus grand avec le sucre cristallisable restant, et ce rapport doit aller en augmentant après chaque cristallisation. En effet, il se trouve dans le sirop d'égout, pour 100 de sucre cristallisable :

Après l'élimination du sucre de 1er jet de.	20,481
Après l'élimination du sucre de 2e jet de.	28,205
Enfin après l'élimination du sucre de 3e jet, c'est-à-dire dans la mélasse, de.	29,000

Malgré la difficulté d'établir, s'il se forme du glucose pendant la cuite et la cristallisation des sirops en premier, deuxième et troisième jets, on peut conclure que, pendant la concentration du jus jusqu'à 22° Baumé, il se forme du glucose qui, en s'accumulant après chaque cristallisation du sucre dans le produit liquide, vient ainsi augmenter dans la mélasse le sucre fourni par la canne elle-même.

Les chimistes qui se sont occupés de la fabrication du sucre de cannes ne paraissent pas s'être posé cette question de la formation du glucose dans toutes les périodes de la fabrication jusqu'à la mélasse ; ils se sont contentés de constater la composition des jus et sirops à chaque phase de la fabrication sans qu'il soit possible avec leurs nombres d'éclairer cette question.

J'ai obtenu de l'obligeance de M. Crozat des renseignements précis et divers échantillons de produits en cours de fabrication pendant la campagne de 1886 et celle de 1887, sur lesquels nous avons pu pratiquer l'analyse chimique industrielle qui nous a permis de suivre dans tous ses détails la fabrication du sucre de cannes par les procédés les plus perfectionnés.

Ces produits proviennent de la sucrerie Ingenio Monserrat d'Almeria (Espagne), qui, comme je l'ai déjà indiqué, extrait le jus de la canne par un appareil de diffusion monté par la compagnie de Fives-Lille. Pendant la campagne de 1886, les procédés de la défécation trouble et de la double carbonatation ont été employés, tandis que dans la campagne de 1887 on y a renoncé pour en revenir au procédé de la défécation ordinaire.

Les produits qui m'ont été adressés proviennent de ces deux campagnes, et il sera possible, par les résultats de leur analyse, de pouvoir se rendre un compte comparatif de l'emploi de ces deux procédés.

TABLEAU N° 28.

Ingenio Monserrat. — Almeria (Espagne).

CAMPAGNE DE 1886.

Emploi de la diffusion de la défécation trouble et de la double carbonatation.

Quantité de cannes employées : 1,022,036 kilogrammes, contenant en moyenne :

	Par litre de jus.	Pour 100k de cannes.
Sucre cristallisable	136gr,76	12k,034
Sucre incristallisable	8gr,93	0k,785
Cendres	5gr,94	0k,522
Coefficient salin	23gr,02	
Glucose pour 100k de sucre cristallisable		6k,52

Sucre obtenu :

En 1er jet	43,600k	4k,265
2e —	16,053k	1k,570
3e —	13,915k	1k,361
4e —	2,415k	0k,236
	75,983k	7k,432
Mélasse	49,000k	4k,794

RÉSUMÉ.

Produits obtenus par 100k de cannes, sucre en 1er, 2e, 3e et 4e jets	7k,432
Mélasse	4k,794

TABLEAU N° 29.

Ingenio Monserrat. — Almeria. (Espagne).

CAMPAGNE DE 1887.

Emploi de la diffusion et de la défécation ordinaire.

Quantité de cannes employées : 2,265,710 kilogrammes, contenant en moyenne :

	Par litre de jus.	Pour 100k de cannes.
	—	—
Sucre cristallisable	114gr,87	10k,108
Sucre incristallisable	10gr,44	0k,918
Cendres	7gr,52	0k,661
Coefficient salin	16gr,55	
Glucose pour 100k de sucre cristallisable		9k,08
Sucre obtenu :		
En 1er jet	102,701k	4k,532
2e —	38,199k	1k,685
3e —	17,767k	0k,784
	158,667k	7k,001
Mélasse	84,000k	3k,707

RÉSUMÉ.

Produits obtenus pour 100k de cannes, sucre en 1er, 2e et 3e jets	7k,001
Mélasse	3k,707

L'analyse des produits en cours de travail a porté, dans la campagne de 1886, par l'application de la défécation trouble et de la double carbonatation :

Sur une masse cuite moyenne de premier jet;

Sur une mélasse égout de 4e jet,

c'est-à-dire sur deux produits extrêmes de la fabrication.

L'analyse a porté en outre :

Sur les sucres obtenus en premier, deuxième et troisième jets.

Pour la campagne de 1887, par l'application de la défécation ordinaire, sur :

2 masses cuites de premier jet.

2 masses cuites de deuxième jet.

1 masse cuite de troisième jet.

1 mélasse égout de 3e jet,
et sur les sucres premier, deuxième et troisième jets provenant de ces masses cuites.

Les résultats obtenus de ces analyses, comparés entre eux, pouvant offrir quelque intérêt, ont été groupés dans le tableau suivant au point de vue :

1° De leur tendance à la fermentation ;

2° De leur état d'alcalinité, de neutralité et d'acidité ;

3° De leur richesse en sucre cristallisable ;

4° De leur richesse en glucose, principes réducteurs pour 100 de sucre cristallisable ;

5° De leur richesse en glucose à l'état de sucre fermentescible ;

6° De leur richesse en dérivés du glucose ;

7° De leur richesse en glucose et en dérivés représentés dans leur ensemble en sucre cristallisable.

TABLEAU N° 30

résumant les résultats de l'analyse des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de cannes dans la sucrerie d'Almeria (Espagne).

NUMÉROS d'ordre.	NATURE DES PRODUITS.	ANNÉE.	CARACTÈRES de fermentation.	ÉTAT alcalin ou acide.	SUCRE pour 100.	POUR 100 DE SUCRE CRISTALLISABLE. PRINCIPES réducteurs.	GLUCOSE à l'état de sucre.	A L'ÉTAT de dérivés du glucose.	GLUCOSE et dérivés réunis.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cannes..................	1886			12,034	6,523	6,523	0,00	6,523
2	Masse cuite de 1er jet......	»	Mousse.	Neutre.	71,30	5,04	3,22	3,64	6,860
3	Mélasse égout de 4e jet....	»	Mousse.	Neutre.	46,30	13,49	6,47	14,04	20,510
4	Cannes..................	1887			10,108	9,08	9,08	0,00	9,080
5	Masse cuite de 1er jet.....	»	Mousse.	Neutre.	70,40	7,88	3,90	7,96	11,860
6	Masse cuite de 1er jet......	»	Mousse.	Neutre.	76,20	4,97	2,88	4,18	7,060
7	Masse cuite de 2e jet......	»	Mousse.	Neutre.	55,60	12,85	6,29	13,12	19,410
8	Masse cuite de 2e jet......	»	Mousse.	Neutre.	58,80	13,86	6,63	14,46	21,090
9	Masse cuite de 3e jet......	»	Mousse.	Neutre.	46,50	13,80	8,00	5,80	19,600
10	Mélasse de 3e jet.........	»	Mousse.	Acide 4°.	35,70	39,21	22,41	33,60	56,010
11	Sucre de 1er jet...........	1886	Sans m.	Neutre.	96,70	0,103	0,103	0,00	0,103
12	Sucre de 2e jet...........	»	Sans m.	Neutre.	93,00	0,430	0,430	0,00	0,430
13	Sucre de 3e jet...........	»	Sans m.	Neutre.	89,30	1,231	1,231	0,00	1,231
14	Sucre de 1er jet...........	1887	Sans m.	Neutre.	96,40	0,103	0,103	0,00	0,103
15	Sucre de 2e jet....	»	Sans m.	Neutre.	93,50	0,320	0,320	0,00	0,320
16	Sucre de 3e jet...........	»	Sans m.	Acide 1°	90,00	0,788	0,788	0,00	0,788

II.

EXAMEN DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES PRODUITS EN COURS DE TRAVAIL DANS LA FABRIQUE DE SUCRE DE CANNES D'ALMERIA (ESPAGNE).

Lorsqu'on examine les caractères d'altération et la composition des produits en cours de travail dans la fabrication du sucre de cannes d'Almeria, on remarque que tous les produits, aussi bien ceux de la campagne de 1886 que ceux de la campagne de 1887, compris entre la masse cuite de premier jet jusqu'à la mélasse, présentent tous les caractères de la fermentation, excepté les sucres de premier, deuxième et troisième jets provenant de ce même travail.

Tous ces produits sont neutres, excepté la mélasse de troisième jet de la campagne 1887, qui contient 4° d'acide, et le sucre qui en provient, 1°.

Toutes contiennent des principes réducteurs, du glucose à l'état de sucre et des dérivés du glucose, excepté le jus de la canne entrant en fabrication, qui ne contient que du glucose à l'état de sucre fermentescible.

Si l'on prend pour point de comparaison le glucose à l'état de sucre contenu dans le jus avec le glucose à l'état de sucre contenu dans la masse cuite de premier jet, tous deux ramenés à 100 de sucre cristallisable, on trouve, pour la campagne de 1886 :

Glucose à l'état de sucre dans le jus. . . .	6,523
Glucose à l'état de sucre dans la masse cuite du premier jet.	3,220
Il s'est donc produit pendant les opérations de la fabrication comprises entre l'extraction du jus et la masse cuite en grain une perte en glucose sucre de.	3,303

Or, pendant ces opérations, il n'a pas été éliminé de sucre; le sucre contenu dans le jus doit se retrouver dans la masse cuite premier jet, et le rapport du glucose au

sucre cristallisable doit être le même dans la masse cuite premier jet que dans le jus entrant en fabrication.

On peut se rendre compte de cette perte de glucose en examinant les nombres contenus dans la colonne n° 9 du tableau ci-dessus. On trouve que la masse cuite premier jet contient des dérivés du glucose en quantité représentant en glucose détruit 3,64, tandis que le jus n'en contient pas. Comme il a été déjà expliqué, ces dérivés du glucose se sont formés par l'action de la chaux sur le glucose préexistant dans le jus qui donne naissance à des acides glucique et apoglucique qui, en combinaison avec la chaux, forment des sels de chaux solubles dans lesquels la chaux se trouve complètement saturée par l'acide formé.

Si l'on additionne les dérivés du glucose 3,64 avec le glucose à l'état de sucre 3,22, on trouve le nombre 6,86, représentant le glucose à l'état de sucre qui serait contenu réellement dans la masse cuite de premier jet, si cette transformation en dérivés n'avait pas eu lieu.

Le jus entrant en fabrication contenait pour 100 de sucre cristallisable en glucose à l'état de sucre. 6,523

La masse cuite premier jet, également pour 100 de sucre cristallisable en glucose et dérivés représentant ensemble. 6,860

Ces nombres sont tellement rapprochés que l'on peut en conclure que, pendant la campagne de 1886, par l'emploi de la défécation trouble et de la double carbonatation, il ne s'est pas formé de glucose depuis la défécation du jus jusqu'à la masse cuite de premier jet.

Déjà M. Wiley, qui a suivi l'application de la diffusion pendant cette même campagne de 1886 dans la sucrerie d'Almeria, avait conclu qu'il ne se formait pas de sucre inscristallisable (glucose) pendant la diffusion, telle qu'elle est pratiquée à Almeria.

Il y a lieu maintenant d'examiner s'il en a été de même pendant la campagne de 1887 par le procédé de la défécation ordinaire.

Dans la campagne de 1887, l'analyse a porté sur deux masses cuites de premier jet désignées dans le tableau n° 30 sous les n°s 5 et 6. Elles contenaient pour 100 gr. de sucre cristallisable en glucose et en dérivés réunis :

	Le N° 5.	Le N° 6.
	11,86	7,06
La canne mise en travail en contenait.	9,08	9,08
Soit glucose formé pendant le travail.	2,78	0,00
Soit glucose détruit.		2,02

Ces nombres établissent qu'il y a eu dans la masse cuite n° 5 une légère augmentation de glucose depuis l'extraction du jus jusqu'à la masse cuite de premier jet, qui ne représente guère que le tiers du glucose primitivement contenu dans la canne mise en travail, et dans la masse cuite de premier jet n° 6 une réduction de glucose de 2,02, réduction qui peut parfaitement se comprendre par la destruction du principe réducteur d'une partie des dérivés eux-mêmes.

Enfin il résulte de là que l'analyse établit qu'il peut exister des conditions de travail où il ne se forme pas de glucose entre l'entrée du jus en fabrication jusqu'à la masse cuite de premier jet, aussi bien avec la défécation ordinaire qu'avec la défécation trouble.

III.

TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE ET EN DÉRIVÉS DANS LE TRAVAIL DES BAS PRODUITS DANS LA CAMPAGNE DE 1886, PAR LE PROCÉDÉ DE LA DOUBLE CARBONATATION.

En ce qui concerne l'altération du sucre cristallisable en glucose dans le travail des bas produits dans la fabrication du sucre de cannes, si l'on compare la quantité de glucose contenu dans la masse cuite de premier jet, n° 2 du tableau ci-dessus n° 30, avec la mélasse de quatrième jet, on trouve :

Glucose pour 100 de sucre cristallisable dans la mélasse. 20,51
Glucose pour 100 de sucre cristallisable dans la masse cuite de premier jet. 6,86

Il se trouve donc dans la mélasse une augmentation de glucose de. 13,65

Cette augmentation de glucose peut avoir deux origines. Elle peut résulter : 1° de l'accumulation naturelle du glucose dans la mélasse par suite de l'élimination du sucre de premier, deuxième, troisième et quatrième jet; 2° du glucose formé dans le travail des bas produits, depuis la masse cuite de premier jet jusqu'à la mélasse.

Il est possible d'établir la quantité de glucose accumulé par l'élimination du sucre par le calcul suivant :

La quantité de sucre contenu dans la canne dans la campagne de 1886 était, pour 100, de. . . . 12,034
La quantité de sucre éliminé par cristallisation, de. 7,432
soit 61,75 de la quantité primitive.

La quantité de glucose contenu dans la masse cuite de premier jet était de. 6,86
Elle doit être augmentée de 61,75 pour 100, soit. 5,31

Elle doit donc être de. 12,17
Elle s'y trouve être de. 20,51
Il s'est donc formé, pour 100 de sucre cristallisable dans le travail compris entre la masse cuite de 1er jet et la mélasse, une quantité de glucose de 8,34

IV.

TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN GLUCOSE DANS LE TRAVAIL DES BAS PRODUITS DANS LA CAMPAGNE DE 1887, PAR LE PROCÉDÉ ORDINAIRE DE LA DÉFÉCATION.

L'analyse a porté, pour la campagne de 1887 dans l'application du procédé ordinaire de la défécation, sur

une masse cuite de troisième jet n° 9 et sur une mélasse de troisième jet n° 10.

La masse cuite de troisième jet n° 9 contient pour 100 de sucre cristallisable en glucose. 19,60
La masse cuite de premier jet contenait. . 11,86

Il se trouve donc dans cette masse cuite de troisième jet un excédent de glucose de. . . 8,74

La quantité de sucre éliminé en premier, deuxième et troisième jet est de 6,21, la quantité de sucre contenu dans la canne était de 10,108, soit le rapport du sucre obtenu de 62,10 pour 100 qui, appliqués au glucose contenu dans la masse cuite de premier jet de. . 11,86
donne une augmentation de glucose par suite de la cristallisation du sucre en premier et deuxième jet dans la mélasse de. 7,36

La quantité de glucose doit donc être dans la masse cuite de troisième jet de. 19,22
Elle a été trouvée de. 19,60

La différence entre ces deux nombres est insignifiante et établit qu'il ne s'est pas formé de glucose dans le travail des bas produits entre la cuite de premier jet et la masse cuite de troisième jet.

Le même examen fait sur la mélasse de troisième jet n° 10 donne :

Glucose pour 100 gr. de sucre cristallisable. 56,01
Dans la masse cuite de premier jet. . . . 7,06

Excédent de glucose dans la mélasse de troisième jet. 48,95
Augmentation de glucose par suite de la cristallisation du sucre en 1er, 2e et 3e jet. . . 8,30

L'excédent de glucose dans la mélasse de troisième jet pour 100 de sucre cristallisable se trouve donc être de. 40,65

Ainsi donc, si l'on compare la composition de la masse cuite de troisième jet et de la mélasse qui en provient, obtenue dans la même campagne, par les mêmes procédés, dans la même fabrication, on trouve qu'il s'est formé dans la mélasse n° 10 une transformation du sucre cristallisable en glucose, représentant 40,65 pour 100 du sucre cristallisable contenu dans la mélasse, tandis que dans la masse cuite n° 9 il ne s'est pas formé de glucose.

A quelle cause attribuer de pareilles différences?

Elle trouve son explication dans l'état de neutralité et d'acidité des produits en cours de fabrication. Ainsi le n° 9 a conservé sa neutralité jusqu'à la cuite, tandis que le n° 10 est devenu fortement acide. L'examen de ces produits établit donc une fois de plus la grande importance de conserver la neutralité et d'éviter l'acidité dans le travail des bas produits dans la fabrication du sucre de cannes.

Je voudrais pouvoir dire, comme dans la fabrication du sucre de betteraves, au lieu de conserver la neutralité, maintenez l'alcalinité; mais l'alcalinité ne peut se conserver en présence du glucose, qui détruit l'alcalinité en neutralisant l'alcali, par l'acide formé par le glucose lui-même sous l'influence de l'alcali, potasse, soude ou chaux, que l'on peut employer dans la fabrication du sucre de betteraves, parce que le jus de betteraves ne contient pas de glucose.

Il résulte de cette étude que, dans la fabrication du sucre de cannes, dans les produits en cours de travail, il ne se forme pas de glucose jusqu'à la masse cuite de premier jet, c'est-à-dire que le glucose contenu dans les masses cuites de premier jet correspond au glucose contenu naturellement dans les cannes entrant en fabrication.

Qu'il est des cas où il ne se forme pas, où il ne se forme que très peu de glucose dans les bas produits jusqu'à la mélasse; mais que dans d'autres cas le glucose s'y développe en grande quantité, surtout dans les derniers produits, lorsqu'ils perdent leur neutralité et deviennent acides.

Il est à remarquer que, dans l'application du procédé de la défécation trouble et de la double carbonatation, on a pu pousser la fabrication jusqu'au sucre de quatrième jet, que la mélasse provenant des quatrième jet n'était pas acide, et qu'il ne s'était formé depuis la masse cuite de premier jet, jusqu'à la mélasse de quatrième jet, qu'une quantité relativement faible de glucose, tandis que dans le procédé ordinaire on n'a pas pu fournir de quatrième jet, la mélasse de troisième jet est devenue acide et contenait une grande quantité de glucose.

Si ce fait se généralisait, il donnerait une grande supériorité au nouveau mode de défécation sur l'ancien.

Il a été observé en outre dans la fabrication que les masses cuites provenant de l'application de ces procédés se comportaient différemment. M. Crozat a observé que les masses cuites provenant de la défécation trouble ne donnaient pas de mousses aux cristallisoirs, tandis que celles du procédé ordinaire en donnaient de plus ou moins abondantes, ce qui indiquerait une épuration plus complète du jus par le nouveau procédé, et ce qui serait d'accord avec les faits observés dans la fabrication du sucre de betteraves; mais l'inconvénient de ce procédé dans la fabrication du sucre de cannes est d'occasionner quelquefois des difficultés de cuire des cuites immobiles, par suite de l'excès des sels de chaux formés par l'action de la chaux sur le glucose contenu naturellement dans le jus, inconvénient qui n'existe pas avec le jus de betteraves, qui ne contient pas de glucose.

Les résultats produits dans l'application de la défécation trouble et de la double carbonatation sont donc bien différents dans chacune de ces industries; tandis que ce procédé a pour effet, dans la fabrication du sucre de betteraves, d'éliminer les sels de chaux lorsqu'il en existe dans la fabrication du sucre de cannes, elle produit l'effet contraire, c'est-à-dire d'en former.

Ce procédé pourrait peut-être devenir pratique à l'aide de modifications qui peuvent être indiquées *à priori* en se fondant sur les propriétés chimiques du glucose,

dont l'altération par la chaux est bien moins rapide à la température ordinaire qu'à une température plus élevée. Il suffirait pour cela d'éviter de chauffer le jus pendant la défécation, d'ajouter la chaux sur le liquide froid, de faire agir en même temps l'acide carbonique, de ne chauffer le jus que lorsque la saturation de la chaux est complète, et de ne pas pratiquer la double carbonatation qui, se faisant sur le jus bouillant, produirait beaucoup plus de mal que de bien.

J'examinerai dans le chapitre x les moyens à employer pour éviter la formation du glucose dans le travail des bas produits dans la fabrication du sucre de cannes (1).

Il résulte de l'étude de la transformation du sucre cristallisable en glucose et en dérivés du glucose dans la fabrication du sucre de cannes les faits suivants :

Les mélasses provenant de sucreries de cannes situées dans des pays très éloignés les uns des autres, dont les analyses ont été reproduites ci-dessus, contiennent toutes des principes réducteurs en moyenne dans la proportion d'environ 50 *pour* 100 *du sucre cristallisable.*

Mais cette quantité de glucose ne représente pas exactement la quantité qui existait dans la mélasse à sa sortie de la fabrication. Des expériences de Dubrunfaut ont établi que le sucre cristallisable continue de s'y transformer en glucose dans des vases fermés, à la température ordinaire, sans dégagement de gaz, et que cette transformation continue d'année en année.

Les analyses faites d'après nos méthodes dans lesquelles les principes réducteurs de la mélasse, représentés par le glucose à l'état de sucre et de dérivés, ont été dosés séparément, ont établi que toutes les mélasses de sucreries de cannes contiennent du glucose et des dérivés.

Les mélasses obtenues par les anciens procédés 1866 *(évaporation à feu nu et à air libre) ne sont pas complè-*

(1) Ce chapitre, étant inachevé, n'a pu être compris dans ce volume.

tement épuisées de sucre par cristallisation ; il n'en est plus de même des mélasses produites dans l'application des procédés perfectionnés nouveaux : évaporation et cuite dans le vide ; elles sont complètement épuisées de sucre par cristallisation ; mais alors elles ont une composition tout à fait différente en glucose et surtout par la quantité de sels qu'elles contiennent, qui les rapproche des mélasses de betteraves. En effet, ces sels s'y sont accumulés par suite de l'élimination du sucre cristallisable en deuxième et troisième jet, qui devient praticable par les nouveaux procédés. Cette quantité de sels laisse prévoir la possibilité d'appliquer l'osmose perfectionnée avec succès dans la fabrication du sucre de cannes et d'arriver, comme dans la fabrication du sucre de betteraves, à la suppression de la mélasse.

Les mélasses de sucreries de cannes sur lesquelles nos moyens d'analyse ont été pratiqués ont présenté les caractères suivants :

Les unes ne contiennent aucune tendance à la fermentation, malgré la quantité de glucose et de dérivés qu'elles contiennent. La présence du glucose et des dérivés n'entraîne donc pas comme conséquence les caractères de la fermentation, fait important qui a déjà été observé dans la fabrication du sucre de betteraves, et qui établit que la cause qui produit ces deux altérations n'est pas la même.

D'autres étaient plus ou moins en fermentation et contenaient une plus grande quantité de glucose à l'état de sucre et de dérivés.

Aucune de ces mélasses n'était alcaline ; les unes étaient neutres, mais le plus grand nombre était acide.

Les mélasses acides contenaient une plus grande quantité de principes réducteurs ; mais ces principes réducteurs ne paraissent pas en rapport direct avec la quantité de glucose et de dérivés.

Le glucose contenu dans les mélasses de sucreries de cannes a pour origine principale le glucose contenu dans la canne entrant en fabrication.

Toutes les cannes contiennent du glucose à l'état de sucre, et ne contiennent pas de dérivés.

La quantité de glucose contenue dans les cannes est très variable ; elle varie entre 1 *et* 12 *pour* 100 *de sucre cristallisable.*

Les cannes qui paraissent contenir le moins de glucose paraissent contenir le plus de sucre cristallisable.

Les pays qui paraissent produire les cannes contenant le minimum de glucose et le maximum de sucre cristallisable sont : 1° *l'île de la Réunion ;* 2° *la Guadeloupe ;* 3° *l'île Maurice ;* 4° *Java ;* 5° *les Indes anglaises, Madras ;* 6° *l'Espagne.*

Les causes principales qui paraissent faire varier les quantités de glucose et de sucre cristallisable dans les cannes sont la variété, puis l'âge de la canne ou son degré de maturité, et, comme causes secondaires, la reprise de la végétation sous l'influence des pluies pendant la récolte.

Le glucose contenu dans les mélasses provient donc, au moins en partie, du glucose contenu dans la canne. Il n'en est pas de même des dérivés qui sont produits pendant les opérations de la fabrication, particulièrement sous l'influence de la chaux employée dans la défécation. Il est, en effet, impossible d'éviter qu'il ne se forme une certaine quantité de ces dérivés par l'action de la chaux sur le glucose préexistant dans le jus; c'est pour éviter cet inconvénient et pour empêcher la formation des sels de chaux qui en résultent que les planteurs emploient à la défécation le minimum possible de chaux, soit à peine les quantités nécessaires pour faire subir au jus une défécation souvent incomplète, afin d'éviter la coloration et l'action nuisible des sels de chaux qui, en donnant de la viscosité aux masses cuites, empêchent la cristallisation du sucre.

L'application des procédés de la défécation trouble et de la double carbonatation, qui réussissent si complètement dans la fabrication du sucre de betteraves, n'a pas eu le même succès dans la fabrication du sucre avec les

cannes. La grande quantité de chaux employée, malgré toutes les précautions prises en réagissant sur le glucose, forme des sels de chaux, glucate et apoglucate solubles qui n'ont pu être éliminés complètement par la défécation trouble, ont augmenté les difficultés de cuite (cuite immobile), la viscosité des masses cuites, et l'on a dû y renoncer.

Le procédé pourrait être appliqué avec plus de succès avec la modification suivante : pratiquer la défécation et en même temps le traitement carbonique sans chauffer le jus; puis, la saturation étant à peu près complète, chauffer jusqu'à 80° *ou* 90° *et ne pas pratiquer la double carbonatation. On éviterait ainsi la production des dérivés du glucose, et le peu qui pourrait se former devrait être précipité pendant la défécation.*

Dans les sucreries de cannes imparfaitement outillées, il paraît se transformer du sucre cristallisable en glucose pendant toutes les périodes de la fabrication, tandis que dans les usines qui emploient la diffusion, l'évaporation dans le triple effet et la cuite en grain dans le vide, il ne se produit pas de glucose jusqu'à la cuite en grain de premier jet; que c'est surtout dans le travail des bas produits en deuxième et troisième jet que cette transformation se produit, surtout lorsque les sirops deviennent acides. Cependant il est des cas où cette transformation ne se produit pas et où la mélasse résultant de ce travail ne contient qu'une quantité de glucose correspondant au jus entré en fabrication.

Ce fait se remarque surtout dans l'application du procédé de la défécation trouble, et, s'il se généralisait, il donnerait une grande supériorité à ce procédé, modifié comme il vient d'être indiqué. D'après des observations faites dans l'atelier, il ne paraît pas douteux que le jus, ainsi traité, est plus pur que le jus traité par la défécation ordinaire.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE DEUXIÈME VOLUME.

DEUXIÈME DIVISION.

II.

§ 3.

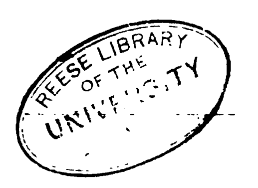
I.

II.

III.

§ 4.

IV.



Paris. — Imprimerie L. Baudoin et C°, 2, rue Christine.

DU MÊME AUTEUR

CHIMIE

THÉORIQUE ET PRATIQUE

DES

INDUSTRIES DU SUCRE

ÉTUDE

HISTORIQUE, CHIMIQUE ET INDUSTRIELLE

DES

PROCÉDÉS D'ANALYSE DES MATIÈRES SUCRÉES

CONSIDÉRÉS

AU POINT DE VUE DES PROGRÈS RÉALISÉS ET A RÉALISER

DANS LA FABRICATION ET LE RAFFINAGE

DES SUCRES DE BETTERAVES ET DE CANNES

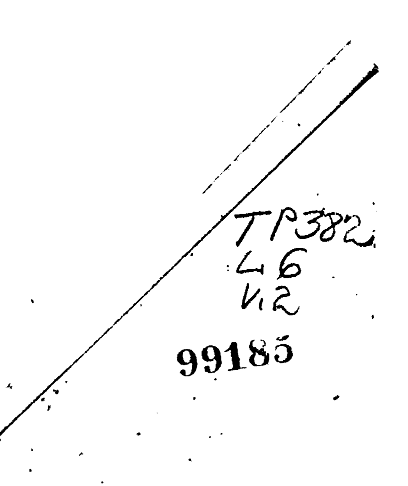
SUIVIE

de la description d'un nouveau procédé d'analyse chimique industrielle des matières sucrées

PREMIER VOLUME

Paris, 1883, 1 vol. in-8°. — Prix. . . . . . . 8 fr.

Paris. — Imprimerie L. Baudoin et Ce, 2, rue Christine.


TP382
L6
v.2
99185

